Ist unter Berücksichtigung der modernen Behandlungsmethoden der nichtinfizierten Pseudarthrose des Oberschenkelschaftes die Spanverpflanzung noch angezeigt?

Volker Merckens

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546014_0055

Aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus
Murnau/Obb.
ehemaliger Chefarzt: Prof. Dr. med. A. LOB
jetziger Chefarzt: Priv.Doz. Dr. med. J. PROBST

Ist unter Berücksichtigung der modernen Behandlungsmethoden der nichtinfizierten Pseudarthrose des Oberschenkelschaftes die Spanverpflanzung noch angezeigt ?

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Volker Merckens
aus
Dresden

München 1972

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. med. A. Lob
Mitberichterstatter: Professor Dr. Dr. h.c. R. Zenker
Dekan: Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26.4.1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Gliederung

A) Allgemeiner Teil 5
1. Einleitung 5
2. Normale und gestörte Knochenbruchheilung 13
3. Begriffsbestimmung, Entstehung und Behandlungsmöglichkeiten der Pseudarthrosen 16
4. Grundlagen und Arten der Knochenspanverpflanzung 24
5. Ergebnisse der Pseudarthrosenbehandlung (Schrifttum) 30

B) Spezieller Teil 42

I. Behandlungsergebnisse von nichtinfizierten Oberschenkelpseudarthrosen im Unfallkrankenhaus Murnau von 1953 bis 1963 43
1. Allgemeine Angaben (zur Person) 44
a) Alter und Geschlecht 44
b) Unfallursachen 45
c) Berufe 45
d) Kostenträger 46
2. Angaben zur Oberschenkelpseudarthrose 47
a) Art, Lokalisation und Seitenhäufigkeit 47
b) Nebenverletzungen 47
c) Art und Dauer der Erstbehandlung 49
d) Pseudarthrosenalter 51
3. Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau 52
a) Operationsmethoden 52
b) Indikation 52
c) Verlauf 53
d) Behandlungsdauer 54
e) Ergebnisse 54

4. Soziale Wirkungen 57
a) Rentengewährung 57
b) Berufliche Wiedereingliederung 57

II. Behandlungsergebnisse von nicht infizierten Oberschenkelpseudarthrosen im Unfallkrankenhaus Murnau von 1964 bis 1970 58

1. Allgemeine Angaben (zur Person) 58
2. Angaben zur Oberschenkelpseudarthrose 61
3. Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau 66
4. Soziale Wirkungen 70

III. Zusammenfassung 71

IV. Literaturverzeichnis 73

A) Allgemeiner Teil

1. Einleitung

Bis hinein ins Mittelalter wird in der medizinischen Literatur nur über die konservative Behandlung von Knochenbrüchen berichtet. Im 14. Jahrhundert fordert der Franzose GUY DE CHAULIAC in seinem Buch "Chirurgica magna" für die Knochenbruchbehandlung: Geeignete Lagerung, Binden, Schienen, eine Beinlade oder Schwebe sowie bei Schenkelbrüchen eine perkutane Gewichtsextension (NEUBURGER). Ein Fortschritt in der Knochenbruchbehandlung wurde erzielt, als POTT im 18. Jahrhundert die Ruhigstellung der dem Bruch benachbarten Gelenke und die Lagerung der Gliedmaße bei leichter Beugung empfahl. Während die Extensionsbehandlung bereits im 14. Jahrhundert bekannt war, wurden bis Ende des 18. Jahrhunderts allerdings ausschließlich konservative Behandlungsmaßnahmen durchgeführt.

Im 17. Jahrhundert erfolgten die ersten Verpflanzungen von heterologem Knochenmaterial, später auch von autologem Knochen. Bekannt ist hierbei die erste Rückverpflanzung nach Trepanation durch von WALTHER 1821, MERREM 1836 und von HEINE 1836, sowie die Homoioplastik von FLOURENS,

KLENCKE, WEDEMEYER, MIDDELKOPF 1852, JOUCK 1835, MAC EWEN 1874, JAKSCH, RICARD 1891 (nach BÜRKLE DE LA CAMP).

1846 führte DIEFFENBACH erstmals die subkutane Durchbohrung der Pseudarthrose und die Einführung von Elfenbeinstiften durch die Bohrkanäle durch. 1848 nahm FLAUBERT als erster die Resektion der Pseudarthrose und die Drahtnaht vor. 1869 wurde von B. v. LANGENBECK und RANKE dieser Eingriff wiederholt. Im Jahre 1882 machte M. SCHEDE den Vorschlag, vergoldete Stahlnägel in die Pseudarthrose einzuschlagen. Weitere wesentliche methodische Verbesserungen waren die von PLETTNER 1890 durchgeführte Resektion des sperrenden Wadenbeines, die von KIRSCHNER 1910 durchgeführte Aufsplitterung der Pseudarthrose, sowie das 1929 von BRANDES vorgenommene Aussägen der Bruchenden in Längsrichtung.

Im 19. Jahrhundert wurden aber auch auf dem Gebiet der konservativen Knochenbruch- und Pseudarthrosenbehandlung wesentliche Fortschritte erzielt. Es gelang durch den wesentlich festeren Kleisterverband von SEUTIN 1834 und noch besser durch den festen, nach dem Trocknen nicht mehr verformbaren Gipsverband des Holländers MATTHYSEN 1852, der wichtigsten Forderung in der Behandlung von frischen Brüchen und Pseudarthrosen nachzukommen: Der absoluten Ruhigstellung der verletzten Gliedmaße.

Richtungweisende Forschung über die Verpflanzung von lebendem, artgleichem, periostgedecktem Knochen betrieb OLLIER seit seiner im Jahre 1858 durchgeführten Verpflanzung von autoplastischem Knochenmaterial. Eine weitere Bereicherung der Falschgelenksbehandlung war die im Jahre 1878 von RYDIGIER durchgeführte Anlagerung von gestielten und die im Jahre 1907 von CODIVILLA vorgenommene Anlagerung von freien Periostlappen. HAHN nahm im Jahre 1884 die Fibulaimplantation in die proximale Tibia vor und konnte so zahlreiche Schienbeinpseudarthrosen zur Ausheilung bringen. Diese Methode wurde 1913 von BRANDES weiterentwickelt, indem er das distale und das proximale Wadenbein zugleich verschob. J. REHN und SCHRAMM bauten diese Methode der Verblokkung von distaler und proximaler Tibia und Fibula aus (Fibula-pro-Tibia).

Die Entwicklung in der Verwendung von freien Knochentransplantaten ging weg vom tierischen, artfremden Material (MAC EWEN 1882, JAKSCH 1889) und verlagerte sich immer mehr auf die Verwendung artgleichen Knochenmaterials (RYDIGIER, CODIVILLA, G. v. AXHAUSEN, LEXER). Als Ergebnis der Untersuchungsserien von AXHAUSEN wurde die Wertigkeit der einzelnen Knochentransplantate festgestellt: Autoplastik - Homoioplastik - Heteroplastik.

Der Begründer der modernen Wiederherstellungschirurgie Erich LEXER, führte 1 000 Knochentransplantationen durch. Es handelt sich hierbei um ein tischlerartiges, hergerichtetes, freies, autoplastisches Knochentransplantat, das nach Resektion der sklerotischen Fragmentenden das Falschgelenk verriegelt und dadurch schient. LEXER wies in seiner Abhandlung: "Die freien Transplantationen" 1922 darauf hin, daß bei der freien Knochentransplantation das Implantatlager für den Ein- und Umbau eine wesentliche Rolle spielt.

Im Jahre 1926 führte MATTI erstmals die Spondiosaplastik aus, d.h. die Entnahme von körpereigenem spongiösem Knochen und die Verpflanzung desselben in den Bereich des Falschgelenkes. Diese Entdeckung hätte bereits damals wegweisend für die Pseudarthrosenbehandlung sein können. Trotz siebenmaliger Veröffentlichung seiner Operationsmethode und seiner Erfolge bei der Behandlung von Falschgelenken mit Spongiosaplastik fand diese Operationsmethode keinen Widerhall. Erst als KÖNIG 1935 und 1937 Statistiken über die Vorzüge der Spongiosaplastik veröffentlichte, fand diese Methode Eingang in die operative Behandlung von Falschgelenken.

Während LEXER die Resektion des Falschgelenkes vorgeschlagen hatte, kam 1947 von PHEMISTER die Empfehlung, ohne Resektion der Pseudarthrose einen autoplastischen Knochenspan subperiostal anzulegen.

Die Schwierigkeiten bei der Beschaffung von homoioplastischem und heteroplastischem Knochenmaterial wurden durch die Entwicklung von speziellen Konservierungsmitteln gebessert. Erste Anstöße zur Knochenkonservierung kamen 1912 von CARREL und 1942 von INCLAN. Die erste Knochenbank für kältekonservierte Knochen hatte BUSH 1945 in New York aufgebaut.

Der genaue Zeitpunkt der ersten operativen Knochenvereinigung mit anorganischem Material ist nicht bekannt. Die Osteosynthese nahm aber ab Mitte des 19. Jahrhunderts in der Knochenbruchbehandlung einen immer größeren Raum ein. Eine Gruppe von Operateuren bevorzugte dabei mehr nicht-metallische, eine andere Gruppe metallische Fremdkörper.

1862 berichtete GURLT über eine größere Zahl von Osteosynthesen mit Nagelung, Verschraubung und Drahtnaht. 1878 verwendete v. HEINE Klammern, BASTOS Stahlbänder und 1875 ANANDALE Drahtnähte aus Silber, BERGER bevorzugte Platindraht.

Als eines der ältesten Osteosyntheseverfahren gilt die von LISTER 1877 vorgenommene Knochennaht der Kniescheibe. Ziel aller Operateure war zunächst bei der Osteosynthese das unverrückbare Verfügen der Fragmente, während später noch die Erkenntnis hinzutrat, daß durch eine primäre Osteosynthese bessere funktionelle Ergebnisse zu erreichen seien.

Fritz KÖNIGs Bemühungen galten der Abgrenzung zwischen der konservativen und der operativen Knochenbruchbehandlung. Bereits in seinen Veröffentlichungen um die Jahrhundertwende fordert KÖNIG die stabile Osteosynthese sowie "eine funktionelle Nachbehandlung".

Alain LAMBOTTE veröffentlichte im Jahre 1907 seine Monographie über die operative Knochenbruchbehandlung. Er stützte sich dabei auf die Erfahrung seines Bruders Elle LAMBOTTE mit der blutigen Reposition und der Verwendung von Drahtnähten und Schrauben. Alain LAMBOTTE sind weiterhin die Verwendung des äußeren Druckspanners und die nach ihm benannte Platte und Knochenhaltezange zu verdanken. Als wichtigsten Vorteil der operativen Knochenbruchbehandlung erkannte LAMBOTTE die Frühmobilisation ohne Belastung. Die blutige Knochenbruchbehandlung konnte sich nur langsam und gegen große Widerstände durchsetzen. Nach Veröffentlichungen von MATTI 1918, HELFERICH 1921, K.H. BAUER 1927, sowie Franz KÖNIG 1931 ("Operative Chirurgie der Knochenbrüche") kam es zu weiterer Verbreitung der Osteosynthese. DANIS verwendete bei Splitterbrüchen erstmals Hilfsschrauben und ergänzte die von LAMBOTTE entwickelte Platte durch eine Spannvorrichtung. Er lieferte grundlegende Untersuchungen über die primäre Knochenheilung.

Einen entscheidenden Anstoß erhielt die Entwicklung der operativen Knochenbruchbehandlung durch die von KÜNTSCHER 1940 vorgestellte Marknagelung von Schaftbrüchen mit einem zunächst im Profil V-förmigen Nagel, der später zu einem kleeblattförmigen, geschlitzten, starren Marknagel weiterentwickelt wurde. 1950 modifizierte HERZOG diesen Nagel mit einer Biegung nach vorne und entwickelte daraus 1956 den Rohrschlitznagel mit Ausklinkdrähten zur Verbesserung der Rotationsstabilität. KÜNTSCHER verfeinerte 1951 das Verfahren der Marknagelung durch Aufbohren der Markhöhle, wobei dieses Vorgehen zunächst bei der Behandlung von Falschgelenken angewandt und erst später das Aufbohren auch bei frischen Brüchen gefordert wurde. Eine weitere Modifizierung der Markraumschienen stellt die von HACKETHAL entwickelte Bündelnagelung dar. Wie sich aber zeigte, war die Marknagelung zwar mit Erfolg bei Querbrüchen oder kurzen Schrägbrüchen am Schaft langer Röhrenknochen anwendbar, jedoch stellten sich bei Stück- und Trümmerbrüchen sowie bei gelenknahen Brüchen und bei Verwendung von zu dünnen Marknägeln Mißerfolge in Form von Falschgelenkbildungen ein.

RUSH veröffentlichte 1948 seine Methode der intramedullären Frakturfixation mit einem gebogenen, elastischen Pin. Dieses Verfahren, bei dem die elastische Verspannung der Bruch-

stücke erreicht werden soll, ist auch bei der Pseudarthrosenbehandlung anwendbar (GELBKE). Da aber nicht immer genügend Stabilität erreicht wird, ist die RUSH-Pinnung zugunsten anderer Techniken in den Hintergrund getreten.

Einen befruchtenden Beitrag zur Entwicklung der Osteosynthese stellt deshalb die 1949 von DANIS veröffentlichte Monographie "Théorie et Pratique de l'Osteosynthèse" dar, worin er die biologische Konzeption der operativen Knochenbruchbehandlung entwarf. Er machte hier unter anderem erstmals darauf aufmerksam, daß bei der Verbindung von axialer Kompression und absoluter Stabilität im Röntgenbild keine Kallusbildung erkennbar ist, d.h. "eine Primärheilung des Knochens" auftritt. Er erkannte also den Unterschied zwischen der Heilung nach konservativer und nach operativer Knochenbruchbehandlung und vermutete, daß unter dem bestimmenden Einfluß der axialen Kompression die Regeneration des Knochens bei der Druckosteosynthese von der Kortikalis direkt ausgehe.
Auf den Erkenntnissen von DANIS ruhend entwickelten Schweizer Chirurgen und Orthopäden, die sich in der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) zusammengeschlossen hatten und mit Grundlagenforschern und Metallurgen zusammenarbeiteten, Richtlinien zur offenen Knochenbruchbehandlung.
Die verschiedenen Formen von Knochenbrüchen und Falschgelenken wurden in bezug auf ihre Entstehung, Mechanik, Patho-

physiologie, ihre Behandlungsmöglichkeit untersucht und die Ergebnisse eingehend analysiert. Daraus wurden neue Operationstechniken entwickelt. Ebenso wurden die bisher verwandten Instrumente und Metallimplantate einer Prüfung unterzogen und ein metallurgisch und formmäßig verbessertes Osteosyntheseinstrumentarium geschaffen. Seit der Aufstellung der neuen Operationsprinzipien und der Entwicklung eines neuen Instrumentariums ist es in einem weit höherem Maße möglich, der Forderung nach einer funktionell stabilen Osteosynthese und der postoperativ schmerzfreien Bewegungsübung von Muskeln und Gelenken der verletzten Extremität nachzukommen und damit die gefürchtete "Frakturkrankheit" (DANIS) zu verhindern.

2. Normale und gestörte Knochenbruchheilung

Im jahrzehntelangen wissenschaftlichen Wettstreit, in dem es vor allem um die Frage ging, ob dem Periost oder dem Knochen selbst knochenneubildende Eigenschaften zuzurechnen seien, entstanden die zwei heute noch gültigen Theorien über die Knochenbruchheilung: Die Osteoblastenlehre und die Induktionslehre. Vertreter der Osteoblastenlehre sind R. VIRCHOW, G. v. AXHAUSEN, E. LEXER, HOCHHAMMER und KOCH. Sie sind der Meinung, daß jede Bindegewebszelle in der Lage ist, als

Osteoblast im Verlauf eines Differnzierungsprozesses Knochen zu bilden (n. BLOCK).

Die Vertreter der Induktionstheorie (LEVANDER, ANNERSTEN, BLOCK, BIER, KÜNTSCHER) sind dagegen der Meinung, daß das unspezifische Keimgewebe durch einen knochenbildenden hormonellen Mittlerstoff (BIER) einen sogenannten K-Faktor (LEVANDER) derartig richtungweisend beeinflußt wird, daß es zum Knochen ausdifferenziert. Nach W. AXHAUSEN und SCHWEIBERER ist die Osteogenese ein zweiphasiges Geschehen, wobei die erste osteoblastische Phase wichtiger ist im Vergleich zur zweiten induktiven Phase. Vom Erscheinungsbild her unterscheidet man zwei Formen der Knochenbruchheilung: die normale Knochenbruchheilung, die bei konservativer Knochenbruchbehandlung und Nagelung beobachtet werden kann und die primäre Knochenbruchheilung, die bei der operativen Knochenbruchbehandlung unter Anwendung von Druck auftritt.

Während bei der normalen Knochenbruchheilung durch Abbau- und Umbauvorgänge vorübergehend eine Kallusspindel um das Bruchgebiet gebildet und dadurch der Bruch selbst festgestellt wird und erst danach der Knorpel zu Knochen umdifferenziert, führt der Knochenumbau bei der Druckosteosynthese zur Überbrückung des Bruchspaltes im Sinne einer direkten oder primären Knochenbruchheilung (DANIS, FONTAINE,

PERREN, SCHENK). Von einer Reihe von Autoren (DANIS, SCHENK, BASETT, HEINEMANN) wird das Auftreten von Kallus als Zeichen einer Sekundärheilung des Knochens und als Ausdruck von Unruhe am Bruchspalt angesehen. Bei stabiler Osteosynthese kommt es nach BASETT und SCHENK zur Sofortdifferenzierung pluripotenter Mesenchymzellen im Knochengewebe. Die Knochenneubildung geht dabei von den HAVERSschen Systemen der Kortikalis aus, wobei sich gut adaptierte und komprimierte Bruchflächen unter gleichzeitiger Resorption und Knochenneubildung in axialer Richtung vereinigen (SCHENK, MÜLLER, WILLENEGGER, PERREN, SCHWEIBERER). Ebenso wie die normale Kallus- und Knochenneubildung von physikalischen, chemischen, humoralen, hormonalen, endokrinen und alimentären Faktoren abhängig ist (BLOCK), kann in gleichem Maße die Störung eines oder mehrerer dieser Faktoren eine Knochenbruchheilungsstörung hervorrufen. Erwähnt seien wegen ihrer Wichtigkeit die Erkenntnisse von KROMPECHER, ROUX und BASETT, die in Versuchen nachweisen konnten, daß im Bruchspalt aus dem embryonalen Knochengewebe unter Einwirkung von Zug Bindegewebe, bei Druck Knochen und bei Einwirkung von Biege- und Schwerkräften Knorpel entsteht.

Zum Schluß darf nicht unerwähnt bleiben, daß eine fehlerhafte Behandlung Ursache einer Knochenbruchheilungsstörung sein kann, nämlich dann, wenn die Behandlungsprinzipien der kon-

servativen oder operativen Knochenbruchbehandlung nicht in ausreichendem Maße gewürdigt werden.

3. Begriffsbestimmung, Entstehung und Behandlungsmöglichkeiten der Pseudarthrosen

Von verzögerter Knochenbruchheilung spricht man, wenn die knöcherne Festigung nur verzögert ist. Vom Stadium der verzögerten Knochenbruchheilung kann es entweder zur knöchernen Konsolidierung kommen oder beim Erlahmen der Wiederherstellungsvorgänge, wenn sich nach vorübergehender Vereinigung in den Kallusmassen erneut und für dauernd eine Spaltbildung herausbildet, zur Pseudarthrose. Weder eine zeitliche Begriffsbestimmung noch klinische Kennzeichen lassen einwandfrei den Unterschied zwischen verzögerter Knochenbruchheilung und einer Pseudarthrose eindeutig erkennen. Das klinische Merkmal der abnormen Beweglichkeit ist beiden Erscheinungsformen eigen. OSTAPOWICZ ist der Meinung, daß man noch nicht von einer Pseudarthrose sprechen kann, wenn weniger als drei Monate seit dem Unfallereignis vergangen seien.

Zweckmäßig hat sich an unserer Klinik die Einteilung erwiesen (PROBST), die sich mehr nach der Indikation zum operativen Eingriff richtet.

Wir unterscheiden:

I. Die atrophische oder avaskuläre Pseudarthrose, die jede Knochenneubildung eingestellt hat. Sie ist zu erkennen an der meistens konischen Form der Bruchenden und der starken Entkalkung.

II. Die hypertrophische Pseudarthrose, die sogenannte Elefantenfußpseudarthrose, zeigt überschießende, aber frustrane Knochenneubildung. Im Spätstadium ist sie gekennzeichnet durch eine starke Eburnisation der Bruchenden.

III. Die Defektpseudarthrose zeigt eine mehr oder weniger ausgedehnte Knochenlücke, welche durch Muskel- oder Narbengewebe ausgefüllt ist.

IV. Das Merkmal der infizierten Pseudarthrose ist die mehr oder weniger stark ausgeprägte Infektion mit Sequestrierung, Strukturzerstörungen der ganzen Gliedmaße und eiterabsondernden Fisteln.

KÜNTSCHER fordert für die Knochenbruchbehandlung:
"Unerläßlich ist, daß sich dieses jugendliche Gewebe (der Kallus, d. Verfasser) auch in völliger mechanischer Ruhe entwickeln kann. Wird es durch Zug-, Schub- und Scherkräfte

zerrissen, oder durch Druckkräfte zerquetscht, entsteht ein Spalt, der Pseudarthrosenspalt." Auch neuere Untersuchungen von SCHENK, PERREN, BASETT, CHARNLEY beweisen, daß die primäre Knochenheilung, ebenso wie die Bruchheilung im spongiösen Bereich nur unter völlig stabilen Verhältnissen zustande kommt. Als eine wesentliche Ursache von Knochenbruchheilungsstörungen muß die Ernährungsstörung der Knochenenden und ausgesprengten Fragmente angesehen werden. Es kommt beim Trauma zur Zerreißung der Periostgefäße wie auch der endossalen Gefäße und dadurch zu erheblicher Minderdurchblutung der Bruchenden. Die Ernährung der Bruchenden ist jedoch zunächst durch den Bluterguß und die Hyperämie im Bruchbereich gesichert; sie wird aber insuffizient, wenn es nicht durch Eintreten mechanischer Ruhe im Bruchspalt zur Rekonstruktion der intraossalen Gefäße und damit der Grundlage der Knochenneubildung kommt.

Die nächst mechanischer Unruhe und Mangeldurchblutung der Bruchenden am meisten gefürchtete Ursache von Knochenbruchheilungsstörungen ist die Infektion (BLOCK, BRANDT, W. DÜRR). Da die Pseudarthrose keine umschriebene krankhafte Veränderung ist, sondern komplexe Störungen des ganzen Gliedes mit Einschränkung des Blutumlaufes, Schrumpfung von Bändern, Sehnen, Muskeln und Gelenkkapseln vorliegen und es damit zu Gelenkversteifungen, Gelenkknorpelatrophie, Kalksalzminderung

des Knochens und zum Schwund der Weichteile kommt, ist es besser, von einer "Allgemeinerkrankung" des betroffenen Gliedes zu sprechen (PROBST). Das Ziel der Pseudarthrosenbehandlung muß es sein, ihre Entstehungsursachen zu beseitigen. Es gilt nicht nur die anatomische Einheit des Knochens wiederherzustellen, sondern die erschöpften Regenerationskräfte desselben durch geeignete Maßnahmen anzuregen. Dabei muß unterschieden werden, ob es sich um eine atrophische oder hypertrophische, eine Defektpseudarthrose oder um eine Infektpseudarthrose handelt.

Unter den konservativen Behandlungsmaßnahmen ist an erster Stelle der Gipsverband zu nennen. Der Gipsverband hat die Aufgabe, die Pseudarthrose (und dazu notwendigerweise die beiden benachbarten Gelenke) ruhigzustellen. Er ist bis zum knöchernen Durchbau zu belassen (L. BÖHLER). Der Gipsverband hat aber den wesentlichen Nachteil, daß die trophischen Störungen, die entweder Folge oder gar die Ursache waren, verstärkt werden können. Der größte Nachteil des Gipsverbandes ist die letztere doch ungenügende Ruhigstellung des Pseudarthrosenspaltes. Damit wären neue Ursachen für eine verzögerte Bruchheilung, zum Abrutschen der Fragmente oder zur Manifestation der Pseudarthrose geschaffen. All diese konservativen Behandlungsmaßnahmen waren nicht geeignet, die Pseudarthrosenbehandlung mit Erfolg durchzusetzen, da sie

jeweils nur einen Teil des komplexen Krankheitsbildes der Pseudarthrose berücksichtigten. Die konservativen Behandlungsmaßnahmen sind deshalb zugunsten der operativen Behandlungsmethoden zurückgetreten.

Das Aufbohren und Anfrischen der Pseudarthrose wurde von BECK, DIEFFENBACH, DETMOLD, PRENARD, WILDE geübt. Die sogenannte BECKsche Bohrung hat sich als kleiner Eingriff bewährt, wobei die Markräume eröffnet werden sollen, die Knochenenden angefrischt, durch Untergang des Gewebes in den Bohrkanälen der Reiz zur Knochenneubildung geschaffen werden. Einen kleinen Schritt weiter gingen KIRSCHNER, FELSENREICH und BRANDES, als sie die "totale Anfrischung" der Pseudarthrose durchführten mit Eröffnung der Markräume. Als bewährte Methode hat sich die Transplantation von spongiösem Knochen nach MATTI durchgesetzt. Einen Fortschritt stellte seinerzeit auch der sogenannte LEXER-"Prügel" dar, bei dem nach Ausräumung der Pseudarthrose ein tischlerartig hergerichteter Knochenspan die Pseudarthrose schiente und die Knochenneubildung anregen sollte. Weiterentwicklungen dieser Technik bildeten die subperiostale PHEMISTER-Spananlagerung und der Umkehrspan. Der wesentlichste Nachteil dieser obengenannten Operationsmethoden besteht darin, daß zusätzlich immer noch eine Ruhigstellung im Gipsverband notwendig ist, wobei zu den Folgen der langen Ruhigstellung die trophischen Störungen hinzutreten. Ein weiterer Nachteil

dieser Operationsmethoden ist die notwendige Bettruhe, z.B. bei Spanentnahme aus dem Schienbein bei einer Armpseudarthrose. Die Infektionsgefahr und mögliche Sequestrierung des Spanes stellen weitere Risikofaktoren dar.

Von Drahtumschlingungen mit oder ohne Knochenspan oder deren Anwendung zusammen mit der Marknagelung wird dringend abgeraten (PROBST, WELLER u.a.). Durch zirkuläres Einengen des Periostes kommt es zur Minderdurchblutung des Knochens und damit häufig zur Falschgelenkbildung. Zur Fixierung von Bruchstücken ist die Drahtumschlingung weder beim frischen Bruch noch bei der Pseudarthrose geeignet.

Ein noch heute verwendetes Verfahren bei der Pseudarthrosenbehandlung ist die Resektion des sperrenden Nebenknochens. Dieses Verfahren wurde 1878 erstmals von HEINE vorgeschlagen. Bekannt ist auch die von PLETTNER 1890 vorgenommene Resektion des sperrenden Wadenbeines. Abzuraten ist aber von der alleinigen schrägen Osteotomie ohne Resektion, da es hierbei zur schnellen Verknöcherung des Osteotomiespaltes kommt und das Ziel, nämlich Aufeinanderpressen des pseudarthrotischen Knochens, nicht erreicht wird.

Die modernen Osteosyntheseverfahren kommen am besten der Forderung nach mechanischer Stabilität im Bereich der Fraktur

oder Pseudarthrose nach. Als bewährte Methode der Pseudarthrosenbehandlung hat sich deshalb die seit 1951 von KÜNTSCHER eingeführte Marknagelung mit Aufbohrung der Markhöhle erwiesen. Es ist das Mittel der Wahl bei queren Pseudarthrosen langer Röhrenknochen im mittleren Schaftdrittel. KÜNTSCHER fordert, daß sich ein genügend starker und ausreichend langer Marknagel im vorher aufgebohrten Kompaktarohr elastisch verklemmt und damit die Ruhigstellung der Fragmente im Sinne der stabilen Osteosynthese garantiert ist. An Gliedabschnitten mit taillenförmiger oder stark konisch geformter Markhöhle ist die Marknagelung nach KÜNTSCHER nicht anwendbar. Wenig geeignet ist diese Methode bei atrophischen Pseudarthrosen oder Pseudarthrosen nach Trümmerbrüchen; ungeeignet ist die KÜNTSCHER-Nagelung bei längs- oder spiralförmig verlaufenden Pseudarthrosen. Der Vorteil der KÜNTSCHER-Nagelung mit Aufbohrung besteht darin, daß unmittelbar nach der Operation mit krankengymnastischer Übungsbehandlung begonnen werden kann. Die äußere Fixierung mit Gipsverband ist nicht notwendig. Der Patient kann einige Tage nach dem Eingriff aufstehen und frühzeitig belasten, da bei ordnungsgemäß ausgeführter Marknagelung mit Aufbohrung der Nagel einen sicheren inneren Kraftträger darstellt. Mit der KÜNTSCHER-Nagelung wird weiter der Forderung nach Anregung der Regenerationsfreudigkeit durch Aufbohrung des Markkanales Rechnung getragen. Wird die Marknagelung geschlossen durchge-

führt. bleibt das Periost unangetastet und damit seine Regenerationskraft erhalten. Sollte im Pseudarthrosenbereich eine Fehlstellung bestehen, kann versucht werden, diese mit dem Distraktor auszugleichen. Relativ schonend ist auch die offene Marknagelung oder die innere Osteotomie mit der Markraumsäge (S. FISCHER, KÜNTSCHER, MÜLLER, PROBST). Die offene KÜNTSCHER-Nagelung hat den unbestreitbaren Vorteil, daß in gleicher Sitzung Spongiosa eingebracht werden kann.

Mit der Entwicklung der Osteosynthese von extraossär angelegten Platten befaßten sich seit der Jahrhundertwende Fritz KÖNIG, E. und A. LAMBOTTE, sowie LANE und DANIS. Bei der AO-Methode, die in den letzten 15 Jahren entwickelt wurde, gelingt es, eine absolut stabile Osteosynthese zu schaffen. Durch interfragmentären und axialen Druck wird die primäre Knochenheilung erreicht; eine Drehbeweglichkeit wird durch die AO-Platte ausgeschlossen. Diese Methode ist besonders geeignet für schlecht stehende Spiral- und Stückbruchpseudarthrosen, für Pseudarthrosen an den Schaftenden in Gelenknähe sowie zum Ausschluß von Drehbeweglichkeit z.B. am Unterarm. Eine Domäne der Druckplatte ist die hypertrophische, sogenannte "Elefantenfußpseudarthrose", wobei durch Ruhigstellung der Pseudarthrose und axialen Druck - ohne Anfrischung der Pseudarthrose - die knöcherne Ausheilung gelingt.

Mit Erfolg kann die AO-Platte ebenfalls verwendet werden bei Defektpseudarthrosen und atrophischen Pseudarthrosen in Kombination mit der Spongiosaplastik. Der unschätzbare Vorteil der AO-Methode ist also die absolute Ruhigstellung und frühe Anwendbarkeit von Übungsbehandlung. Im Gegensatz zur Marknagelung ist hier die Belastung aber erst später möglich. Auf zusätzliche äußere Ruhigstellung kann jedoch auch hier verzichtet werden.

Während die Spongiosaplastik heute ein weit verbreitetes Verfahren ist, wird in der Literatur übereinstimmend von der Verwendung von Cortikalis oder cortiko-spongiösen Spänen sowohl in Verbindung mit der Marknagelung als auch bei der AO-Verplattung abgeraten (SCHWEIBERER).

Die RUSH-Pinnung ist ungenügend, da sie nur eine elastisch-dynamische Verspannung bedeutet, aber keine Ruhigstellung gewährleisten kann (MAURATH und CHRIST).

4. Grundlagen und Arten der Knochenspanverpflanzung

Nächst der Ruhigstellung der Pseudarthrose ist die Anregung der ruhenden oder erloschenen Regeneration das wichtigste Problem der Falschgelenkbehandlung. Seit der 2. Hälfte des

letzten Jahrhunderts war man deshalb bemüht, die Grundlagen der Organ- und speziell der Knochenverpflanzung zu erforschen (OLLIER, G. AXHAUSEN, W. AXHAUSEN, BARTH, v. HALLER, LEXER, KROMPECHER, MARCHAND, BLOCK, SCHWEIBERER, SCHRAMM, BLANKE, GEISER, S. FISCHER, ECKE, CHALMERS).

LEXER unterschied in seiner 1922 erschienenen Arbeit: "Die freien Transplantationen" erstmals ersatzstarke und ersatzschwache Lager. Von W. AXHAUSEN stammt die Einteilung der Knochenspäne nach ihrer Wertigkeit: heterologe, homoiologe und autologe Transplantate. W. AXHAUSEN konnte zeigen, daß autoplastischer Knochen rasch und ohne wesentliche Reaktionen des Lagers eingebaut wird, wobei gefäßführende Gewebssproßen in alle Knochenkanäle binnen kurzer Zeit einwachsen. Außerdem wird das regenerationsschwache und spezifische Lagergewebe durch den autoplastischen Knochen zur eigenen Knochenneubildung angeregt. Andere Vorgänge spielen sich bei der Verwendung von artfremdem Knochen ab. Die zelluläre Reaktion des Lagergewebes ist erheblich stärker, die Gewebssproßung in die Knochenkanälchen erfolgt nur langsam. Von zahlreichen Autoren wird der praktische Wert der Knochenneubildung durch überlebende Zellen des körperfremden Transplantates überhaupt abgelehnt (W. AXHAUSEN, WILSON, DUBOIS, WITT, J. REHN, SCHWEIBERER). EIERMANN, BARTH, LERICHE und MARCHAND konnten nachweisen, daß körperfremder Knochen nach der Trans-

plantation einschließlich Mark- und Knochenhaut überwiegend oder ganz zugrundegeht. Andere Autoren sind der Meinung, daß lediglich durch das Absterben der Zellen chemische Faktoren frei werden, die durch Induktion in der Lage sind, das pluripotente mesenchymale Gewebe im Pseudarthrosenspalt zur Knochenneubildung anzuregen (SCHWIER, PLANCKE, DUBOIS, WITT, J. REHN). Auch bei der subperiostalen Anlagerung eines periostgedeckten, autoplastischen Knochenspanes nach PHEMISTER soll es nicht zu direkter Knochenneubildung durch den Span kommen (BLANKE), WILSON konnte zeigen, daß der PHEMISTER-Span der Nekrobiose unterliegt. DUBOIS, WITT und J. REHN messen dem Autotransplantat lediglich eine induzierende Wirkung bei. Nach ESSER besitzt der PHEMISTER-Span den Nachteil, daß es zu Spanermüdungsfrakturen und zur Sequestrierung kommen kann. Einen wesentlichen Vorteil der PHEMISTER-Spanplastik sieht PROBST im Verzicht auf die Eröffnung der Pseudarthrose und sieht gute Ergebnisse bei der Behandlung von Schaftpseudarthrosen bei Inkaufnahme von leichter Fehlstellung durch langdauernde Ruhigstellung.

Wesentliche Anstöße erhielt die Behandlung der Pseudarthrosen durch die Einführung der Spongiosaplastik nach MATTI. Dieses Verfahren kann alleine oder in Verbindung mit Platten, Nagel oder äußeren Druckspannern Verwendung finden. Die wichtige Rolle der Spongiosa bei der Defektpseudarthrose

ist bekannt. Wie aber bereits von LEXER erkannt, sollte die Spongiosa nur in Verbindung mit einer völligen Ruhigstellung der Pseudarthrose angewandt werden, da sonst die Spongiosa untergeht. Als Entnahmestelle hat sich vor allem der Beckenkamm bewährt. Dagegen sollte dem Schienbeinkopf nur in Ausnahmefällen Spongiosa entnommen werden; SIKAR und MULI haben dabei nämlich Brüche in 1 bis 5 % der Fälle beobachtet. SCHMIDT erklärt die Brüche der Tibia durch Ernährungsstörungen, wobei es zur Zerstörung der A. nutritia komme. Die Verwendung von cortiko-spongiösen Spänen sollte die Ausnahme bleiben, weil die Kortikalis keine eigene osteogene Potenz besitzt. Während die Verwendung von autoplastischen Implantaten den Nachteil mit sich bringt, daß die Entnahme am Patienten selbst erfolgen muß und somit einen zweiten Eingriff erfordert und die Entnahme von Spongiosa bei alten Patienten und bei Kindern auf Schwierigkeiten stoßen kann, bietet die Verwendung von homologen und heterologen Knochenspänen den Vorteil, daß sie gut lagerfähig sind und damit stets zur Verfügung stehen. Der wesentliche Nachteil der homologen und heterologen Knochenspäne besteht jedoch in ihren antigenen Eigenschaften. Vorteilhaft ist bei den homologen Spänen die wenig aufwendige und lange Lagerfähigkeit bei Tiefkühlung, die gute Formzurichtungsfähigkeit bei der Operation. Dieser Span besitzt außerdem vorübergehend eine gewisse Stabilität.

Weit verbreitet war eine Zeit lang der Kieler Knochenspan. Dieser mazerierte heterologe Knochenspan besteht aus Apatitkirstallen und den Resten der organischen Grundsubstanzen des Knochens unter Erhaltung der fibrillären Kristallite. Das Bälkchensystem ist frei von Fett und Eiweißsubstanzen und besitzt keine wesentliche antigene Wirkung. MAATZ war noch der Meinung: "Das pluripotente Keimgewebe wird zur metaplastischen Neuknochenbildung durch das große Angebot fertiger Bausteine, der Kristallite, angeregt; das implantierte Knochengerüst besitzt also calluslockende Fähigkeiten". Neuere Untersuchungen konnten indessen zeigen (KOCH 1957, SCHWEIBERER 1967), daß der Kieler Knochenspan kein Kalluslocker ist. Nach GLAUBER kann bei der Verwendung von konservierten Homoio- und Heterotransplantatknochen das Vorhandensein überlebender Zellen und damit eine unmittelbare osteogenetische Wirkung verneint werden. Während für W. AXHAUSEN der biologische Wert des körperfremden Spanes nur fraglich ist, erscheint WITT und JÄGER sowohl dem homoioplastischen Tiefkühlspan als auch dem heteroplastischen Kieler Span kein Leben und induzierende Wirkung auf die Knochenneubildung innezuwohnen.

Man kann also folgern, daß der Fremdspan lediglich den Zellen des Spanlagers als Klettergerüst für den knöchernen Ersatz dient, selbst aber keine ossogenen Potenzen, keine

induzierende und nur fragliche Stützfunktionen besitzt. Der homologe Knochenspan besitzt demnach zwar eine ausreichende Stützfunktion aber nur eine fragliche induzierende Wirkung. Dem autologen Span wohnt zwar eine gesicherte Induktionskraft inne, jedoch kann seine Stützfunktion nicht immer als gesichert gelten. SCHWEIBERER faßt das moderne Wissen über Knochenphysiologie und Knochentransplantation so zusammen:

"1. Osteogenese ist in erster Linie eine Leistung präterminierten, osteoblastischen Keimgewebes.

2. Osteogenese durch den Einfluß der in Abbau befindlichen Knochengrundsubstanz auf unspezifische Mesenchymzellen ist erwiesen (Osteoinduktion).

3. Osteoinduktion ist nicht möglich, wenn der Knochengrundsubstanz durch Macerieren, Kochen oder Glühen die sogenannten Intercellularsubstanzen, der Komplex der Mucopolysaccharide, entzogen wird.

4. Die anorganischen Substanzen und die sogenannte geformte Intercellularsubstanz (kollagene Fibrillen) sind für die Osteogenese bedeutungslos.

5. Die Regeneration des Knochens wird durch Angebot eines Leitgerüstes nicht beschleunigt. Die Knochenregeneration folgt den aus dem Lager stammenden Gefäßen, nicht der künstlich angebotenen Leitschiene.

6. Macerierte Knochengrundsubstanz wird nur zögernd cellulär und halisteretisch abgebaut; ihr Schicksal ist im allgemeinen die tote Einheilung eines Fremdkörpers."

"Das autologe Transplantat bleibt auch in Zukunft das einzige wirklich zuverlässige Transplantationsmaterial, wenn es gilt, Knochenneubildung in Gang zu bringen oder entscheidend zu unterstützen oder gar Knochendefekte zu überbrücken."

Als Mittel der Wahl muß zur Zeit die Verwendung der Spongiosaplastik angesehen werden, wenn die Pseudarthrose durch einen inneren oder äußeren Kraftträger absolut ruhiggestellt ist. Der spongiöse Knochen besitzt zwar keine Stützfunktion, hat aber so hervorragende ossogene Potenzen, daß durch Verwendung von Marknagel oder Platte keine Nachteile entstehen.

5. Ergebnisse der Pseudarthrosenbehandlung (Schrifttum)

Jedes Falschgelenk stellt ein Einzelproblem dar. Die Viel-

falt der einzelnen Pseudarthrosenformen sprengt das strenge Schema einer Statistik. Die Literatur über die Pseudarthrosenbehandlung und die Knochenverpflanzungen ist zwar groß, es gibt aber wenige Schriften, die sich speziell mit der Auswertung von Fallzahlen befassen. Es handelt sich vorwiegend um Aufsätze und Referate über klinische Erfahrungen mit den verschiedenen Pseudarthrosenbehandlungsverfahren und den einzelnen Knochenverpflanzungsarten. Meist werden die Ergebnisse nur allgemein besprochen und Empfehlungen gegeben. Oft werden bei den Statistiken nur umfassende Ausdrücke wie "die Pseudarthrose" oder "der Knochenspan" angewandt; objektive Zahlenangaben fehlen sehr häufig. Als noch größerer Mangel erweist sich die Tatsache, daß bei Zahlenangaben keine weitere Aufgliederung nach den verschiedenen Gliedmaßen und Gliedmaßenabschnitten gemacht wurden. Dadurch wird der Vergleich der im Schrifttum angegebenen Zahlen mit unseren eigenen Ergebnissen erschwert.

Einen optimistischen Standpunkt vertrat KÜNTSCHER 1969, wonach die geschlossene Marknagelung immer gelinge und nur am Schlüsselbein offen durchgeführt werden solle. Er berichtete über 1 000 Fälle, bei denen zweimal ein Knochenspan (ohne nähere Angabe über Spanart) verwendet wurde. Bei richtiger Operation sei ein hundertprozentiger Erfolg er-

zielt worden. KÜNTSCHER sah bei der geschlossenen Marknagelung praktisch keine Infektion.

E. SANDER (Chirurgische Universitätsklinik Halle) empfiehlt 1969 allgemein bei der atrophischen Pseudarthrose Einbringen von Spongiosa und Anlegen eines Gipsverbandes für 5 Wochen. Bei der hypertrophen Elefantenpseudarthrose empfiehlt er Stabilisierung durch Druckanwendung nach den Prinzipien der Zuggurtung. Bei Ausbleiben der Bruchheilung und Fehlstellung solle die Pseudarthrose durch Korrekturosteosynthese innerhalb von 8 Wochen wieder angegangen werden. Bereits 1968 hatten E. SANDER und G. STAUDE eine Statistik über das Krankengut von 10 Jahren veröffentlicht. Von insgesamt 1 613 frischen Knochenbrüchen seien 1 248 konservativ behandelt worden und 365 operativ. Es bildeten sich bei konservativer Behandlung Pseudarthrosen in 1,1 % und bei operativer Behandlung in 2,2 %. Interessant ist, daß von 75 offenen Frakturen nur 3 in Pseudarthrose ausheilten, während die übrigen Pseudarthrosen nach konservativer Behandlung entstanden. Die Falschgelenke bildeten sich vorwiegend nach Splitter- und Querbrüchen, wobei die Ursache meistens in mechanischer Unruhe zu suchen war. Als Einzelursachen kamen infrage: Häufige Repositionsversuche, Dislokation der Fragmente mit oder ohne Interposition. Aus derselben Klinik wird über die operative Behandlung von 37 Pseudarthrosen

unter Verwendung eines PHEMISTER-Spanes aus dem Beckenkamm berichtet. Von 37 Pseudarthrosen wurden 33 ausgeheilt, die 4 Mißerfolge werden zurückgeführt auf:

1. Ungenügende Immobilisation,
2. Sekundäre Spannungskorrosion mit Nagelbruch.
3. Achsenknick mit RUSH-Pinnung und ungenügendem Kontakt des Spanes.

Eine aufschlußreiche statistische Arbeit legten 1968 GENNE-WEIN, MOHR und RUEFF (München) vor, die die AO-Technik und die Spongiosaplastik anwandten. Es wird berichtet von 27 Pseudarthrosen im Zeitraum von 4 Jahren. Als Ursache der Pseudarthrosen wurden erkannt:

Fehlerhafte operative Frakturbehandlung	16 = 59 %
zu frühe Belastung	6 = 22 %
Weichteilinterposition	3 = 11 %
ungenügende Stabilität	1 = 4 %
langdauernde Brucheinstellungsbehandlung	1 = 4 %

	Fälle	Prozent
Geschlossene Frakturen	21	78 %
Offene Fraktur	6	22 %
Pseudarthrosen	27	100 %
Osteomyelitis	7	26 %
Osteomyelitis p.o. bei geschlossener Fraktur	4	14 %
Osteomyelitis p.o. bei offener Fraktur	2	8 %
Osteomyelitis posttraumatisch ohne Operation	1	4 %

ESSER (1967 Bezirkskrankenhaus St. Georg Leipzig) berichtet über 20 Spanplastiken nach PHEMISTER im Zeitraum von 1952 bis 1966. Von 20 Pseudarthrosen konnten 19 ausgeheilt werden, davon 3 mit ausreichendem und 16 mit gutem Ergebnis. 1 Pseudarthrose konnte nicht ausgeheilt werden.

HEINEMANN (1967, Chirurgische Universitätsklinik Mainz) nennt im Behandlungszeitraum 1957 bis 1964 263 Pseudarthrosen. Bei der operativen Falschgelenkbildung kam es zu signifikant besseren Ergebnissen mit schnellerer Ausheilung der Pseudarthrose, besserer Funktion und geringerer Minderung der Erwerbsfähigkeit.

1962 empfahl BRÜCKNER (Chirurgische Universitätsklinik Rostock) ein spezielles Behandlungsverfahren zur Behandlung

von Oberschenkeltrümmer- und Defektbrüchen durch Bolzung mit dem eigenen Wadenbein. Zahlen werden nicht angegeben.

CONTZEN (Chirurgische Universitätsklinik Frankfurt a.M., 1961) berichtet über die Ergebnisse der Verpflanzung von auto-, homoio- und heteroplastischem Knochengewebe. Zwischen 1950 und 1960 wurden 100 Patienten wegen Pseudarthrose mit der PHEMISTER-Spanplastik behandelt. 72 mal wurde ein Eigenspan verwendet, 28 mal ein Fremdspan, davon 6 mal der Cialit-Span. 1 Patient konnte nicht geheilt werden, bei 2 Patienten kam es zur Infektion, die übrigen Patienten konnten sämtlich ausgeheilt werden.

PIROVANO (Ospedale Civile Castelfranco/Veneto, 1962) berichtete über die Verwendung homoioplastischen Knochens. Behandelt wurden 23 Patienten, wobei die Behandlung 4 mal unbefriedigend verlief, weil zweimal das Knochentransplantat brach und zweimal verzögerte Kallusbildung auftrat, davon kam es einmal zur Infektion.

Eine umfangreiche Arbeit über die Verwendung von autoplastischen Spänen bei Pseudarthrosenbehandlung liegt von MERLE d'AUBIGNE und CAUCHOIX (Paris) vor. Behandelt wurden zwischen 1945 und 1955 814 Patienten mit Falschgelenkbildung. Davon wurde bei 466 Patienten eine Autotransplantation ange-

wandt. Es kam zur knöchernen Ausheilung bei 412 Patienten (88 %). Mißerfolge in Form ausbleibender Knochenheilung mußten verzeichnet werden bei 54 Patienten (12 %).

1964 berichteten SAKELLARIDES, FREEMANN und GRANT (General Hospital Boston /Mass.)von 81 Falschgelenken. 46 Pseudarthrosen (82 %) heilten nach autoplastischer Spanverpflanzung aus, während 6 mal je 2 autoplastische Spanverpflanzungen notwendig waren und bei einer Pseudarthrose sogar ein drittes Mal ein Span verpflanzt werden mußte. In drei Fällen kam es nicht zur knöchernen Ausheilung. Verwendet wurde jeweils ein Beckenkammspan; die durchschnittliche Heilungsdauer betrug 8,7 Monate. Wurde bei der Operation ein Schienbeinspan verwendet, verlängerte sich die Heilungsdauer auf 10,1 Monate. Daraus müsse man den Schluß ziehen, daß bei der Verwendung des PHEMISTER-Spanes längere Behandlungszeiten notwendig seien und die Verwendung von Beckenkammspänen den Schienbeinspänen vorzuziehen sei.

BUSER (Chirurgische Klinik Kantonsspital Winterthur) veröffentlichte 1959 eine Arbeit über die Anwendung von kältekonservierten homoioplastischen Knochenspan bei 56 Patienten. Er konnte bei 51 Patienten (90,9 %) einen guten bis sehr guten Erfolg und in 5 Fällen (9,1 %) keinen Erfolg erzielen. Zweimal kam es zur Infektion.

Über die Verwendung des Kieler Spanes bei 43 Patienten berichteten MAATZ und BAUERMEISTER (Chirurgische Universitätsklinik Kiel): 36 Pseudarthrosen (83,8 %) heilten aus. Bei 7 Patienten (16,2 %) versagte diese Methode jedoch.

HAASCH (Städt. Auguste-Viktoria-Krankenhaus Berlin-Friedenau) benutzte ebenfalls den Kieler Span und sah bei 35 von 39 Pseudarthrosen (89,5 %) knöcherne Ausheilung, bei 4 Patienten (10,3 %) blieb sie aus.

1964 veröffentlichte ARENS (Berufsgenossenschaftliche Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum) die Ergebnisse von 562 Knochenverpflanzungen. Homoioplastische Knochenspäne wurden in 80 %, autoplastische und heteroplastische Späne in je 10% angewandt. Es kam nicht zur knöchernen Ausheilung bei Verwendung von autoplastischem Material in 6,7 % der Fälle, bei homoioplastischem Material in 13,5 % und bei Verwendung des Kieler Spanes in 28,6 % der Fälle.

GLAUBER (Orthopädische Klinik der Medizinischen Universität Budapest) verwandte bei 77 Patienten konservierten homoioplastischen Knochen und befestigte das angelagerte Transplantat mit Schrauben (1962). Erfolge waren in 70 % der Fälle zu beobachten. In 8 Fällen wurden 2 oder mehr Operationen notwendig. Die durchschnittliche Heilungsdauer betrug 6,5

Monate. Deutlich verzögert war die Heilung bei Unterschenkelpseudarthrosen die bis zur knöchernen Ausheilung 7 Monate benötigte.

PROBST (Murnau) berichtete 1967 über die Anwendung der PHEMISTER-Spanplastik die 130 mal mit der Marknagelung verbunden wurde. Bei 182 von 198 aseptischen und infizierten Schaftpseudarthrosen wurden gute Ausheilungsergebnisse erreicht, allerdings unter Inkaufnahme langdauernder Ruhigstellung und z.T. leichten Fehlstellungen.

POPKIROV (Sofia) zeigte 1962 anhand von 30 mit dem Kieler Span behandelten Pseudarthrosen bei 23 einen Umbau, bei 2 Fällen Einheilung ohne Umbau, bei 2 Fällen Totalresorption, bei einem Fall teilweise Sequestrierung und bei 4 Fällen Totalsequestrierung.

TENEFF (Turin) veröffentlichte 1957 die Behandlungsergebnisse bei Pseudarthrosen mit einer eigenen Methode, die in der Resektion des Pseudarthrosengewebes mit Eröffnung des Markkanales, Einkerbung in die Cortikalis beider Fragmente, Einlegen eines Knochenspanes von Tibia oder Darmbein und der Auffüllung des Pseudarthrosenspaltes mit Spongiosa bestand. Es konnten alle Pseudarthrosen nach 2 bis 4 Monaten zur Ausheilung gebracht werden.

1967 berichtete MOHR (Dissertation Murnau) über 36 Verletzte mit Pseudarthrosen an den langen Röhrenknochen, die operativ mit dem Kieler Knochenspan behandelt wurden. In 47,2 % der Fälle konnte die Pseudarthrose ausgeheilt werden, in 16,7 % wurde das Operationsziel nur bedingt erreicht und in 36,1 % der Fälle konnte keine knöcherne Ausheilung der Pseudarthrose erreicht werden.

Historisches Interesse verdient eine Statistik von KÖNIG und WIRTH aus dem Jahre 1937. Ausgewertet wurden 103 314 Knochenbrüche an 59 Kliniken im deutschsprachigen Raum. Interessant ist das gute Abschneiden der autoplastischen Spongiosatransplantation im Vergleich zu den homoio- und heteroplastischen Spanplastiken und den anderen operativen Pseudarthrosenbehandlungsmethoden.

Auswertung von 103 314 Knochenbrüchen nach KÖNIG und WIRTH (1937)

Methode	Gesamtzahl der Fälle	Versager-zahl	Hundert-zahl
Einfache Drahtnaht n.op. Stell.	38	12	31,58
Treppenförm.Auffrischung m. Drahtnaht	45	4	8,89
KIRSCHNERsche Aufsplitterung	68	10	14,44
Einfache Spanplastik	214	40	18,69
Spanplastik mit Drahtnaht	22	5	22,73
Osteoplastische Verriegelung	38	5	13,16
Autoplastische Spong.-Transplantation	17	1	5,88
Autoplastische Knochenbolzung	30	7	23,33
Elfenbeinbolzung	26	6	23,08
Verschraubung m.LANEscher Platte	14	3	21,43

Bereits bei der kritischen Prüfung der im Schrifttum verwendeten Spanarten und Operationsmethoden kommt man zu folgendem Ergebnis: Der heteroplastische Knochen ist das am wenigsten empfehlenswerte Knochentransplantat, da der heterologe Span nur Stützfunktion hat und keine ossogene Potenzen besitzt. Er ist kein Kalluslocker und ist als Fremdkörper häufig Grund von Abstoßungsreaktionen. Der tiefgekühlte homoioplastische Knochen nimmt eine Zwischenstellung ein, er kann aber ebenfalls nur Stützfunktionen ausüben bis die Knochenneubildung der Wirt in Gang gekommen ist. Auch er ist ein Fremdkörper, hat aber geringere Antigenität. Der PHEMISTER-

Span stellt dagegen keinen Fremdkörper dar, weshalb es nur selten zu Abstoßungsreaktionen kommt, entsprechend dem Cortikalisanteil besitzt er geringe oder keine ossogene Potenz, da von der Cortikalis selbst keine Knocheneubildungsanregung auszugehen scheint und die Durchdringung durch den Wirtsknochen nur sehr langsam vor sich geht. Bei der hetero- und homoiologen Knochentransplantation sowie bei der Verwendung des autologen PHEMISTER-Spanes ist in den meisten Fällen noch eine längere Ruhigstellung der Gliedmaße erforderlich, weshalb es hier relativ häufig zu Versteifungen der Gelenke kommt und man wegen der Belassung der Pseudarthrose Fehlstellungen in Kauf nehmen muß.

Die Spongiosaplastik dagegen stellt ein autoplastisches Knochentransplantat dar, das in hohem Maße knochenneubildende Kräfte besitzt. Dieses Verfahren sollte immer mit einer Metallosteosynthese verbunden werden, da vollständige mechanische Ruhe die besten Grundlagen für die Entfaltungsmöglichkeit der ossogen potenten Spongiosa schafft. Die Spongiosa ist auch bei Defekt- und Infektpseudarthrosen anwendbar. Beim Vergleich der verschiedenen Knochenspananwendungsarten finden sich im Schrifttum bei der Verwendung einer Metallosteosynthese in Kombination mit der Spongiosaplastik die größten Ausheilungsquoten und schließlich die besten funktionellen Ergebnisse.

B) Spezieller Teil

Im folgenden soll aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau über die Behandlungsergebnisse bei nichtinfizierter Pseudarthrose des Oberschenkelschaftes, unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Operationsmethoden und der Anwendung von Knochenspänen, berichtet werden. Der Beobachtungszeitraum gliedert sich in 2 Abschnitte, und zwar von 1953 bis 1963 und von 1964 bis 1970. Der zweite Behandlungszeitraum ist gekennzeichnet durch die Einführung der Behandlungsprinzipien der AO und die Nichtverwendung von hetero- und homoiologen Knochentransplantaten.

Wenn einzelne Behandlungsfälle die Zeitabschnittgrenzen überschritten, wurden die Fälle der Gruppe zugeteilt, in die die längste Behandlungsdauer fällt oder in der die wichtigste, zum endgültigen Resultat führende Operation durchgeführt wurde.

Bei der Auswertung wurden nur Pseudarthrosen des Oberschenkelschaftes berücksichtigt, da an den gelenknahen Gliedmaßenabschnitten andere anatomische und funktionelle Bedingungen gegeben sind und sich eben dadurch die Behandlung von Pseudarthrosen in diesem Bereich wesentlich von der im Schaftbe-

reich unterscheidet. Die Untersuchungen des Krankengutes stützen sich vor allem auf die Krankengeschichten der hiesigen Klinik einschließlich der Durchgangsarzt-, Operations- und Behandlungsberichte sowie auf die Entlassungs- und Nachuntersuchungsgutachten und auf die Röntgenaufnahmen. Um unsere Ergebnisse mit denen anderer Kliniken besser vergleichen zu können, sei darauf hingewiesen, daß die Haupttätigkeit unseres Hauses auf dem Gebiet der Unfall- und Wiederherstellungschirurgie liegt und hauptsächlich Verletzte behandelt werden, die einen Arbeits- oder Wegeunfall erlitten haben.

I. Behandlungsergebnisse von nichtinfizierten Oberschenkelpseudarthrosen im Unfallkrankenhaus Murnau von 1953 bis 1963

Im Zeitraum von 1953 bis 1963 wurden 42 Patienten zur stationären Behandlung einer nicht infizierten Oberschenkelschaftpseudarthrose aufgenommen. Bei 39 Patienten wurde die Pseudarthrose operativ angegangen, 3 Fälle wurden bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt, da in einem Fall der Patient die Operation ablehnte und das Krankenhaus ohne Erlaubnis verließ. Ein weiterer Patient lehnte ebenfalls die Pseudarthrosenoperation ab und wurde deshalb mit

einem entlastenden Stützapparat versorgt. Bei einem dritten Patienten wurde von operativem Vorgehen abgesehen, da er unmittelbar nach dem Unfall und nach der später durchgeführten Oberschenkelmarknagelung jeweils lebensbedrohliche Fettembolien erlitten hatte. Dieser Patient wurde mit entlastendem Stützapparat versorgt. Bei allen drei Patienten war zu diesem Zeitpunkt die Pseudarthrose noch nicht knöchern durchgebaut.

1. Allgemeine Angaben (zur Person)

a) Alter und Geschlecht

Bei den 39 Unfallverletzten handelt es sich um 35 Männer (89,3 %) und 4 Frauen (10,7 %). Der hohe Prozentsatz an Männern bei den Verletzten erklärt sich durch den höheren Anteil an der arbeitenden Bevölkerung im Verhältnis zu den Frauen. Außerdem sind mehr Männer in Berufen beschäftigt, die durch höhere Unfallgefährdung gekennzeichnet sind.

Tabelle 1: Altersbeurteilung

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt
Unter 21	5	0	5
21 - 30	13	1	14
31 - 40	5	1	6
41 - 50	4	1	5
51 - 60	8	1	9
Insgesamt	35	4	39

Der jüngste Patient war zur Zeit des Unfalles 19 Jahre, der älteste Patient 57 Jahre. Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug bei den Männern 34,5 Jahre, bei den Frauen 41,0 Jahre.

b) Unfallursachen

Drei Patienten waren privat versichert. Einer hatte einen Skiunfall, zwei Autounfälle erlitten.

Tabelle 2: Unfallursachen bei BG-Patienten

	Zahl	Prozent
a) Wegeunfälle:		
Autofahrer	4	
Radfahrer	5	
Moped- u. Motorradfahrer	18	
Fußgänger	1	
Omnibusfahrgast	1	32 = 89,9 %
b) Arbeits-Wegeunfälle:		
Beifahrer eines LKW	1	
Beifahrer eines PKW	1	
Planraupenfahrer	1	
c) Arbeitsunfälle:		
Fallende Gegenstände (Schiebetor, Baumstamm, Jauchenfaß, Drehbank)	4	4 = 11,1 %

c) Berufe

Die 39 Patienten hatten 32 verschiedene Berufe. Eine Häufung ließ sich dabei lediglich bei den ungelernten Arbeitern fest-

stellen (12 mal).

Tabelle 3: Berufe

Beruf	Anzahl	männlich	weiblich	Privatvers.
Ungelernte Berufe	12	11	1	0
Gelernte Berufe	0	0	0	0
Facharbeiter	9	8	1	0
Handwergl.Berufe	9	8	0	1
Angestellte	5	3	1	1
Geistesarb.u.Selbst.	3	1	1	1
In Lehre	1	1	0	0
Insgesamt:	39	32	4	3

Wenn auch bestimmte Berufsgruppen wie ungelernte Berufe (12) Facharbeiter (9) und handwerkliche Berufe (9) vermehrt betroffen erscheinen, so kann man doch keinen Schluß auf die Gefährdung bestimmter Berufsgruppen ziehen, da die Ursache der meisten Verletzungen Verkehrsunfälle sind.

d) Kostenträger

Drei der 39 Patienten waren Selbstzahler. Bei drei Patienten wurden die Kosten von der Landesversicherungsanstalt getragen, 33 Patienten gehörten 19 verschiedenen Berufsgenossenschaften an.

2. Angaben zur Oberschenkelpseudarthrose

a) Art, Lokalisation und Seitenhäufigkeit:

Bei den 39 Oberschenkelschaftpseudarthrosen handelt es sich um ehemals offene Brüche in 13 Fällen (33,3 %) und um 26 geschlossene Brüche (66,6 %). Eine wesentliche Betonung einer Seite ergab sich nicht. Betroffen waren 21 mal die linke Seite und 19 mal die rechte Seite.

Tabelle 5: Lokalisation und Bruchart

Lokalis.am Schaft	Bruchart Quer	Tors.	langer schräg	Trümmer	Gesamt
Oberes Drittel	1		1	0	2
Mittl. Drittel	16 (36,7%)		3	7	26 (66, 2/3%)
Unt. Drittel	9		1	1	11
Insgesamt:	16		5	8	39

b) Nebenverletzungen

Von 39 Patienten hatten nur 9 (23,8 %) isoliert einen Oberschenkelschaftbruch, während bei 30 Patienten (76,2 %) z.T. schwere Nebenverletzungen erlitten. In der nächsten Tabelle sollen jene Begleitverletzungen aufgezählt werden, die chirurgische Behandlung notwendig machten. Da diese Nebenver-

letzungen aus fremden Krankenblättern und Krankheitsberichten entnommen werden mußten, ist es nicht ausgeschlossen, daß die Zahl von Nebenverletzungen wesentlich höher liegt. Die Zahl und Schwere der Verletzungen war bei den Verkehrsunfällen im Vergleich zu den Betriebsunfällen wesentlich schwerer und häufiger.

Tabelle 6: Nebenverletzungen

	Anzahl
Allgemein	
Schock	8
Fettembolie	3
Kopf	
Schädelbruch	4
Gehirnerschütterung	8
Kopfplatzwunde	4
Rumpf	
Rippenbrüche	1
Beckenbrüche	1
Tiefe Stichverletzung am Gesäß	1
Bruch 12. BWK m. zurückgebildeter Querschnittlähmung	1
Obere Gliedmaßen	
Schulterprellung	1
Ellenbogengelenksverrenkung	2
Unterarmbruch	6
Kahnbeinbruch	1
Mittelhandbruch	2
serotox. Axillarislähmung nach Tetanus-Prophylaxe	1

Untere Gliedmaßen	
Schenkelhalsbruch	4
subtrochant. Oberschenkelbruch	1
Oberschenkelschaftbruch	2
suprakond. Oberschenkelbrüche mit Kniegelenksbeteiligung	3
Knieschеibenbruch	1
Unterschenkelbruch	7
Infrakt. Schienbeinkopf	1
isol. Wadenbeinbruch	1
Knöchelbrüche	5
Kniegelenkserguß	1
Fersenbeinbruch	2
Peronaeusparese	1
Verschied. Schürfungen, Quetschungen, Riß- und Schnittwunden ohne nähere Lokalisation	6

Die erhebliche Zahl von Nebenverletzungen kann ein Bild von der Schwere der Verletzung und damit einen Rückschluß auf das Unfallgeschehen vermitteln. Es soll noch erwähnt werden, daß die aufgeführten Nebenverletzungen 17 mal die gleiche Gliedmaße betreffen.

c) Art und Dauer der Erstbehandlung

Von den 39 Patienten mit Oberschenkelschaftpseudarthrosen waren 37 in auswärtigen Krankenhäusern vorbehandelt worden. Grundsätzlich bestand die Behandlung dort in Ruhigstellung

entweder auf Schiene oder Drahtextension und primärer Wundversorgung. In 21 Fällen wurde die KÜNTSCHER-Nagelung durchgeführt, z.T. nach erfolglosem Versuch der Ruhigstellung mittels Drahtextension.

Tabelle 7: Art der Erstbehandlung

	Anzahl
Gipsverband allein	1
Extension	8
Extension und Gipsverband	34
Extension und Drahtschlingen	1
KÜNTSCHER-Nagelung	21
KÜNTSCHER-Nagelung und Drahtschlingen	1
RUSH-Pin	1
RUSH-Pins und Drahtschlingen	1
KÜNTSCHER-Nagelung und PHEMISTER-Span	1

Bei 26 Patienten (66,6 %) mußten wegen unbefriedigender Behandlungsergebnisse mehrere Behandlungen im auswärtigen Krankenhaus durchgeführt werden.

Die Dauer der Erstbehandlung auswärts lag zwischen 5 und 240 Wochen und betrug im Mittel 28,7 Wochen.

Bei einem der Patienten, der frischverletzt am Unfalltag im Unfallkrankenhaus Murnau aufgenommen wurde, lag ein Keil-

bruch im unteren Drittel des Oberschenkels vor. Außerhalb war eine Drahtextension angelegt worden. Hier wurde der Bruch mit 2 RUSH-Pins und einem Gipsverband ruhiggestellt. Wegen Pseudarthrose mußte hier nach 20 Wochen eine Zweitosteosynthese mit KÜNTSCHER-Nagelung durchgeführt werden mit PHEMISTER-Span und Spongiosaanlagerung sowie zusätzlicher Ruhigstellung durch Beckengipsverband.

Bei dem zweiten Frischverletzten, der am Tag nach dem Unfall hier eingeliefert wurde, handelt es sich um einen sub- und pertrochantären Oberschenkeltrümmerbruch links, sowie einen Oberschenkelschrägbruch rechts in der Mitte des Schaftes. Der Oberschenkelbruch links wurde mit Marknagel und Drahtschlingen versorgt. Wegen ausbleibender Knochenheilung am rechten Oberschenkel mußte 7 Wochen nach dem Unfall die offene Marknagelung mit Anlegen zweier Kieler Späne und zusätzlichem Gipsverband vorgenommen werden. Die Erstbehandlung dieses Patienten betrug durchschnittlich 17 Wochen.

d) Pseudarthrosenalter

Das Pseudarthrosenalter gibt die Zeitdauer zwischen Unfalltag und Operationstag im Unfallkrankenhaus Murnau an. Das Pseudarthrosenalter schwankt zwischen 12 und 255 Wochen und beträgt im Durchschnitt 34,88 Wochen.

3. Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau

a) Operationsmethoden

Tabelle 8: Im UKM angewandte Pseudarthrosenoperationen

KÜNTSCHER-Nagelung	7
Austauschnagelung m. Aufbohrung	5
Austauschnagelung und PHEMISTER-Span	14
Nagel und Cialit-Span	4
Nagel und Kieler Span	4
Nagel und Tiefkühlspan	1
Geradebiegen d. Nagels u. Eigenspananlag.	1
PHEMISTER-Span u. Beckengips b.liegendem Nagel	1

b) Indikation

Die Indikation zur Pseudarthrosenoperation wurde gestellt anhand des klinischen Befundes und der mindestens in 2 Ebenen durchgeführten Röntgenaufnahmen des Oberschenkels. Bis 1962 wurde in unserem Haus der KÜNTSCHER-Nagel allein oder in Verbindung mit einem PHEMISTER-Span, einem Kieler Span oder einem Cialit-Span angewandt. In wenigen Fällen wurde auch Spongiosa angelegt. Seit 1962 und in stärkerem Maße seit 1963 wurde die von KÜNTSCHER propagierte Aufbohrung der Markhöhle sowohl bei der frischen Oberschenkelfraktur wie bei der Pseudarthrose vorgenommen.

Tabelle 9: Indikation zur Pseudarthrosenoperation

Zu dünner, meist auch zu kurzer Nagel	16
Ungenügende Ruhigstellung durch Gips, Drahtextension	12
Ungenügende Ruhigstellung d. RUSH-Pins	2
Marknagelbruch	1
Refraktur nach vorzeitiger Nagelentfernung	1
Refraktur bei liegendem Marknagel	2
Aussprengung eines Keiles bei d.prim. auswärt. Marknagelung	1
Falsche Marknagellage (zu weit medial)	1

c) Verlauf

Einmal war die Oberschenkelamputation notwendig, da die beim Unfall erlittene Hirnkontusion zu stärkster Spastik des Beines und damit zur Unbrauchbarkeit geführt hatte. Alle Patienten, denen der Knochenspan angelegt wurde, wurden im Beckengips für 6 bis 16 Wochen ruhiggestellt. Der Gipsverband lag für durchschnittlich 11,2 Wochen. Nach abgeschlossener Wundheilung bzw. nach Beendigung der Ruhigstellung im Gipsverband wurde langsam steigernd krankengymnastische Übungs- und Bäderbehandlung durchgeführt.

d) Behandlungsdauer

Die stationäre Behandlungsdauer bei den beiden Frischverletzten betrug 10 bzw. 24 Wochen. Bei den hierher überwiesenen Patienten dauerte die Behandlung zwischen 3 und 162 Wochen, die mittlere Aufenthaltsdauer im UKM betrug 32,1 Wochen. Es darf nochmals darauf hingewiesen werden, daß sich die Behandlungsdauer durch die erhebliche Zahl und Schwere der Nebenverletzungen verlängert hat.

e) Ergebnisse

Bei der Auswertung der Behandlungsergebnisse zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem Unfallkrankenhaus Murnau werden sowohl anatomische als auch funktionelle Gesichtspunkte berücksichtigt.

1. Amputation,
2. Verkürzung,
3. Bewegungseinschränkung oder Versteifung,
4. Muskelverschmächtigung,
5. Gangstörung und Verminderung der Belastbarkeit,
6. Blutumlaufstörungen,
7. Sonstiges,
8. Orthopädische Hilfsmittel.

Wenn sich auch die Unfallfolgen als Gesamtbehinderung dar-

stellten, so sind doch spezielle Einzelfolgen getrennt worden, um den Vergleich mit der Parallelgruppe durchschaubarer zu machen. Es wurde folgende Unterteilung getroffen:

Tabelle 10: Ergebnisse

	Zahl
1. Amputation	2
2. Verkürzung d.unt.Extremität bis 2 cm	10
Verkürzung d.unt.Extremität bis 3 cm	3
Verkürzung d.unt.Extremität bis 4 cm	1
Verkürzung d.unt.Extremität bis 10 cm	2
Im Durchschnitt: bis 3,2 cm	
3. Fast vollständige Kniegelenksversteifung	3
Völlige Kniegelenksversteifung	1
Versteifung des oberen Sprunggelenkes	1
Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk	11
Bewegungseinschränkung im Kniegelenk	24
Bewegungseinschränkung im Sprunggelenk	6
4. Muskelverschmächtigung	18
5. Gangstörung	14
6. Blutumlaufstörung	10
7. Lockerung des Kniebandapparates	3
SUDECKsche Dystrophie im Kniegelenk	1
Beinfehlstellungen	8
Peronaeuslähmung	2
8. Entlastender Stützapparat	4
Orthopädische Schuhe mit Höhenausgleich	13
Absatzerhöhung allein	1
Oberschenkelkunstbein	1
Unterschenkelkunstbein	1
Benutzung von Gehhilfen	6

Die Beurteilung der Bruchheilung wurde anhand der Röntgenbilder und des klinischen Untersuchungsbefundes bei der Entlassung vorgenommen. Es wurde in folgende drei Gruppen unterschieden:

1. Der Bruch zeigt röntgenologisch durchgehende Knochenstruktur, klinisch eindeutige Festigkeit des Bruches, die Pseudarthrose ist knöchern fest verheilt.

   22 Fälle = 57,4 %

2. Klinisch findet sich keine Wackelbeweglichkeit mehr, jedoch im Röntgenbild ist die knöcherne Durchbauung noch nicht abgeschlossen, man erkennt teilweise noch den alten Bruchspalt. Durch die Operation ist also eine Besserung erzielt worden.

   13 Fälle = 33,9 %

3. Es ist keine knöcherne Konsolidierung eingetreten, es zeigt sich deutliche Wackelbeweglichkeit im Pseudarthrosengebiet, im Röntgenbild ist der Bruchspalt noch deutlich zu erkennen.

   4 Fälle = 10,4 %

4. Soziale Wirkungen

a) Rentengewährung:

Für alle Verletzten, die berufsgenossenschaftlich versichert waren, wurden nach Abschluß der stationären Behandlung in einem Gutachten die Unfallfolgen festgestellt und die dadurch bedingte Höhe der Minderung der Erwerbsfähigkeit auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt eingeschätzt. Bei den Unfallverletzten mit alleinigen Unfallfolgen auf dem chirurgischen Fachgebiet betrug die durchschnittliche Minderung der Erwerbsfähigkeit bei der Entlassung aus dem Unfallkrankenhaus Murnau 53,8 %. Bei den Patienten mit Unfallfolgen auf mehreren Fachgebieten betrug die MdE 72 %.

Zur Feststellung der ersten Dauerrente nach Ablauf des 2. Unfalljahres betrug die MdE bei den Patienten mit alleinigen Unfallfolgen auf dem chirurgischen Fachgebiet 42,2 %, bei den Mehrfachverletzten 60 %.

b) Berufliche Wiedereingliederung:

Sämtliche Privatversicherte konnten ihre alte Tätigkeit wieder aufnehmen. Bei den Patienten der LVA ist die berufliche Wiedereingliederung aus den Akten nicht zu ersehen. Von den 33 berufsgenossenschaftlich Versicherten konnten 17 Patien-

ten (51,5 %) am alten Arbeitsplatz untergebracht werden. 9 Patienten (27,3 %) erhielten eine z.T. leichtere d.h. sitzende Tätigkeit. Bei 2 Patienten wurde eine Umschulung durchgeführt (6 %). 5 Patienten konnten wegen ihrer anderweitigen schweren Verletzungsfolgen keiner geregelten Arbeit mehr nachgehen. Sie erhielten Erwerbsunfähigkeitsrenten (15,2 %).

II. Behandlungsergebnisse von nicht infizierten Oberschenkelpseudarthrosen im Unfallkrankenhaus Murnau von 1964 bis 1970

Im Zeitraum von 1964 bis 1970 wurden 50 Patienten wegen nichtinfizierter Oberschenkelschaftpseudarthrosen im UKM behandelt. In einem Fall mußte die Auswertung unterbleiben, da der Patient die Pseudarthrosenoperation ablehnte. Die Pseudarthrose war in diesem Fall noch nicht abgeheilt. Bei 2 Patienten, die wegen Pseudarthrose im UKM behandelt wurden, handelte es sich um Frischverletzte. 49 Pseudarthrosen wurden operativ angegangen.

1. Allgemeine Angaben (zur Person)

Bei den 49 Unfallverletzten handelt es sich um 40 Männer

(80,2 %) und 9 Frauen (19,8 %). Das Alter des Patienten zum Zeitpunkt des Unfalles gliedert sich in folgende Gruppen:

Tabelle 11: Altersverteilung

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt
Unter 21 Jahren	7	1	8
21 - 30	12	1	13
31 - 40	24	2	16
41 - 50	2	1	3
51 - 60	5	3	8
61 - 70	0	0	0
über 70	0	1	1
Insgesamt:	40	9	49

Der jüngste Patient war zur Zeit des Unfalles 16 Jahre, der älteste Patient war 71 Jahre alt. Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug bei den Männern 32,8 Jahre, und bei den Frauen 44,1 Jahr.

2. Unfallursachen

Bei den Privatunfallursachen handelt es sich um einen Skiunfall, um einen häuslichen Unfall mit Sturz und um vier Autounfälle.

Tabelle 12: Unfallursachen bei BG-Patienten

	Zahl		Prozent
a) Wegeunfälle:			
Autofahrer	10		
Moped- und Motorradfahrer	12	= 30	
Radfahrer	3		
Fußgänger	5		79,1 %
b) Arbeits-Wegeunfälle:			
Dienstauto	3	= 4	
Planierraupe	1		
c) Arbeitsunfälle:			
Sturz aus großer Höhe	6	= 9	20,9 %
Herabfallender Gegenstand	3		

c) Berufe:

Die 49 Patienten gingen 39 verschiedenen Tätigkeiten nach, wobei eine Häufung lediglich bei den ungelernten Berufen (15 Fälle) zu bemerken war.

Tabelle 13: Berufe

Berufe	Anzahl ges.	männl.	weibl.	Privat
Ungelernte Berufe	15	10	5	0
Gelernte Berufe	7	6	0	1
Facharbeiter	8	8	0	0
Geistesarbeiter, Selbst.	3	0	0	3
Landwirtsch.Berufe	2	1	1	0
Lehrlinge	3	0	0	0
Hausfrau	2	0	1	1

d) Kostenträger:

Fünf Patienten waren Selbstzahler. Bei einem Patienten wurden die Kosten von der stationären Behandlung von der zuständigen Krankenkasse getragen. Die 43 gegen Arbeitsunfall versicherten Patienten waren in 17 verschiedenen Berufsgenossenschaften versichert.

2. Angaben zur Oberschenkelpseudarthrose

a) Art, Lokalisation und Seitenhäufigkeit:

Bei einem Patienten lag ein Oberschenkelbruch rechts und links vor, wobei es auf beiden Seiten zur Pseudarthrosenbildung kam. Dieser Patient wird in der unten stehenden Tabelle mit erfaßt. Bei den 50 Oberschenkelschaftpseudarthrosen die im UKM behandelt wurden, handelt es sich um ehemalige offene Brüche in 16 Fällen (32 %) und um 34 geschlossene Brüche (68,0 %). Betroffen waren 20 mal die rechte und 30 mal die linke Seite.

Tabelle 14: Lokalisation und Bruchart

	Gesamt	Querbruch	langer Schräg- od. Tors.	Trümmer-Bruch
Oberes Drittel	5	1	1	3
Mittl. Drittel	32 (64%)	17 (34%)	12	3
Unt. Drittel	13	5	5	3
Gesamt:	50	23	18	9

b) Nebenverletzungen:

Von 49 Patienten hatten nur 11 Patienten (22,4 %) einen isolierten Oberschenkelschaftbruch, dagegen lag bei 38 Patienten (77,6 %) erhebliche Nebenverletzungen vor.

Tabelle 15: Nebenverletzungen

	Anzahl
Schock:	8
Fettembolie:	3
Unterkühlung:	1
Halbseitenlähmung:	1
Kopf:	
Schädelbruch	2
Kieferbruch	5
Gehirnerschütterung	17
Kopfplatzwunden	9
Nasenbeinbruch	1
Rumpf:	
Brustbein	1
Brustkorbprellung und Quetschung	3
Rippenbrüche	3
Beckenbruch	3
Querfortsatzbrüche	3
Wirbelkörperbruch ohne neurol. Ausfälle	1
Scheidenverletzung	1
Darmverletzung	1
Obere Gliedmaßen:	
Oberarmbruch	3
Unterarmbruch	10

Fingerbruch	1
Sehnenverletzung	2
Handquetschung	1
Untere Gliedmaßen:	
Hüftgelenksluxationsbruch	2
Schenkelhalsbruch	3
Oberschenkelschaftbruch der anderen Seite	4
Kniescheibenbruch	3
Traum. Verlust d. Unterschenkels	1
Unterschenkelbruch	15
Wadenbeinbruch isoliert	1
Knöchelbruch	2
Fußwurzelbrüche und Zehenbrüche	3
Fersenbeinbruch	2
Verschiedene Schürf-, Riß- und Quetschwunden, sowie Prellungen und Quetschungen (ohne nähere Lokalisation)	16

In 16 Fällen lag die Nebenverletzung auf der gleichen Seite wie der Oberschenkelschaftbruch. Die Schwere der Verletzungen bei den Verkehrsunfällen ist im Vergleich zu den Arbeitsunfällen wesentlich schwerer und häufiger.

c) Art und Dauer der Erstbehandlung:

Von 49 Verletzten mit Oberschenkelpseudarthrose, die im Unfallkrankenhaus Murnau behandelt wurden, waren 47 in anderen Kliniken vorbehandelt worden. Bei 38 Patienten (75,32 %) wurden wegen ungenügender Ruhigstellung oder Fehlstellung meh-

rere Behandlungsverfahren nacheinander angewandt.

Tabelle 16: Erstbehandlung

Gips allein	1
Extension	9
Extension und Gips	6
Drahtumschlingung und Gips	2
Extension später Nagel	16
KÜNTSCHER-Nagelung	10
2 AO-Platten	1
KÜNTSCHER-Nagelung u. Drahtumschl.	2

Die Dauer der Erstbehandlung im vorbehandelnden Krankenhaus betrug 41,8 Wochen. Zwei Patienten wurden frisch verletzt aufgenommen am Unfalltag bzw. am Tag danach. 1 Patient erlitt bei einem Mopedunfall einen Oberschenkelquerbruch rechts im mittleren Drittel, einen Oberschenkelschrägbruch links mit einem kleinen Keil am distalen Drittel, einen Unterarmstückbruch links in Hand- und Ellenbogengelenksnähe, einen Unterarmbruch rechts, einen Unterschenkelstückbruch rechts, eine traumatische Amputation des Endgliedes des 2. Fingers, Bruch des 3. Brustwirbelkörpers, Strecksehnendurchtrennung des rechten Daumens, eine Gehirnerschütterung, einen Nasenbeinbruch, sowie zahlreiche Schürf- und Platzwunden. Die Oberschenkelbrüche wurden jeweils mit langer AO-Platte versorgt. Da es jedoch zur Falschgelenkbildung kam, mußte der

rechte Oberschenkel nach 6 Monaten mit längerer AO-Platte und Spongiosaplastik versorgt werden. Auch am linken Oberschenkel bildete sich eine Pseudarthrose, die 13 Monate nach der Erstoperation mit einem dicken KÜNTSCHER-Nagel und Spongiosaplastik versorgt wurde. Danach heilten beide Oberschenkelpseudarthrosen knöchern fest aus; die Metalle konnten inzwischen entfernt werden.

Bei dem zweiten Frischverletzten handelte es sich um einen offenen Oberschenkelspiralbruch im mittleren Drittel, der einen Tag nach dem Unfall von außerhalb mit liegender Drahtextension überwiesen wurde. Wir stabilisierten den Oberschenkelbruch mit einer 12-Loch-AO-Platte, nach 7 Monaten mußte jedoch die Reosteosynthese mit einer 14-Lochplatte nach AO und Spongiosaplastik durchgeführt werden. Danach heilte auch diese Pseudarthrose. Die stationäre Behandlung dauerte 23 und 36 Wochen und betrug damit im Mittel 20 Wochen.

d) Pseudarthrosenalter:

Das Pseudarthrosenalter der zwischen 1964 und 1970 im UKM behandelten Patienten lag zwischen 10 und 188 Wochen und betrug im Durchschnitt 67,1 Wochen.

3. Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau

a) Operationsmethoden

Vorbemerkt sei, daß seit 1963 zunehmend die Aufbohrung der Markhöhle bei KÜNTSCHER-Nagelung angewandt wurde. 1964 wurden in unserer Klinik das Instrumentarium und die Behandlungsprinzipien der AO eingeführt. Außerdem wurden gehäuft die Spongiosaplastik in Verbindung mit der KÜNTSCHER-Nagelung und vor allem mit der AO-Verplattung vorgenommen.

Tabelle 17: Im UKM angewandte Pseudarthrosenoperationen

Dicker KÜNTSCHER-Nagel mit Aufbohren	29 mal
KÜNTSCHER-Nagel mit Spongiosaplastik	2 mal
Marknagel und PHEMISTER-Span	1 mal
AO-Platten	6 mal
AO-Platten und Spongiosaplastik	3 mal
Winkelplatte	2 mal
Korrekturosteotomie m. Innensäge u. anschließender KÜNTSCHER-Nagelung	4 mal

Bei 9 Patienten wurde gleichzeitig eine Stellungskorrektur durchgeführt. Bei einem Patienten lag ein Oberschenkelschaft- und gleichzeitig ein suprakondylärer Trümmerbruch vor. Da eine Stabilisierung anders nicht zu erreichen war, wurde eine Durchnagelung durch das Knie mit langem dickem KÜNTSCHER-Nagel vorgenommen.

b) Indikation:

Die Anzeige zur Falschgelenksoperation wurde gestellt nach dem klinischen Befund und den in mindestens zwei Richtungen angefertigten Röntgenaufnahmen oder Schichtaufnahmen.

Tabelle 18: Indikation zur Pseudarthrosenoperation

Zu dünner und zu kurzer Nagel (mit Fehlstellung)	14
Zu dünner und zu kurzer Nagel (ohne Fehlstellung)	13
Ungenügende Ruhigstellung d. Gips u. Drahtextension	11
Keine Ruhigstellung eines Trümmerbruches durch Marknagel	1
Ungenügende Stabilisierung d.Drahtschlingen und Gips	2
Verbiegung des Nagels und Refraktur	5
Wandern des Nagels	2
Zu frühe Belastung nach Extensionsbehandlung	1
Zu frühe Belastung nach vorzeitiger Nagelentfernung	1

c) Verlauf:

Bei einem Patienten kam es nach offenem Bruch zur Knocheneiterung, die durch Ausräumung und Antibiotikagabe gut beherrscht werden konnte. Bei einem Patienten kam es zum Ermüdungsbruch am Unterschenkel nach Spanentnahme. Der Unterschenkel wurde genagelt; er heilte danach knöchern aus. Bei 5 Patienten mußte eine dritte Operation an der Pseudarthrose durchgeführt werden und zwar einmal die Spongiosaplastik allein, dreimal wurde der KÜNTSCHER-Nagel nach Aufbohren

verwendet, davon einmal in Verbindung mit Spongiosa, einmal mußte eine kurze gegen eine längere AO-Platte ausgetauscht werden. Es brauchte in keinem Fall zusätzlich ein Gipsverband angelegt zu werden. Nach komplikationsloser Wundheilung erhielten die Patienten krankengymnastische Übungs- und Bäderbehandlung.

d) Behandlungsdauer im UKM:

Die Behandlungsdauer bei den beiden Frischverletzten betrug 23 bzw. 36 Wochen. Bei den von auswärts zur Operation eingewiesenen Patienten dauerte die Behandlung zwischen 2 und 93 Wochen und lag im Durchschnitt bei 23,5 Wochen.

e) Ergebnisse:

Bewertet wurden der Befund und die Funktion am Entlassungstag. Verwendet wird die Einteilung wie bei der Vergleichsgruppe von 1953 bis 1963.

Tabelle 19: Ergebnisse

	Zahl
1. Amputation	0
2. Beinverkürzung bis 2 cm	21
Beinverkürzung bis 3 cm	6
Beinverkürzung bis 4 cm	1
Beinverkürzung bis 7 cm	2
Im Durchschnitt bis 2,2 cm	

3. Vollständige Knieversteifung	1
Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk	8
Bewegungseinschränkung im Kniegelenk	19
Bewegungseinschränkung im Sprunggelenk	3
4. Muskelverschmächtigung	15
5. Gangstörung	9
6. Blutumlaufstörung	6
7. Lockerung des Kniebandapparates	2
SUDECKsche Dystrophie	1
Beinfehlstellung	2
Peronaeuslähmung	1
8. Entlastender Stützapparat	5
Absatzerhöhung allein	2
Benutzung von Gehhilfen	6

Bei der Beurteilung der Bruchheilung wurde bei bekannter Bewertungsgrundlage folgendes Ergebnis erzielt:

1. Bei 30 Fällen (63,6 %) konnte klinisch und röntgenologisch Ausheilung festgestellt werden.

2. Bei 15 Fällen (31,8 %) wurde wosentliche Besserung erzielt, es fand sich keine Wackelbeweglichkeit mehr, jedoch im Röntgenbild noch nachweisbarer Pseudarthrosenspalt.

3. Bei 2 Patienten (4,2 %) konnte die Pseudarthrose nicht ausgeheilt werden, es fanden sich klinisch und röntgeno-

logisch noch deutliche Zeichen einer Pseudarthrose, die Patienten wurden mit entlastendem Stützapparat versorgt.

4. Soziale Wirkungen

a) Rentengewährung:

Für alle berufsgenossenschaftlichen Patienten wurde nach Abschluß der stationären Behandlung die Minderung der Erwerbsfähigkeit eingeschätzt. Bei den Verletzten mit alleinigen chirurgischen Unfallfolgen betrug die MdE bei der Entlassung durchschnittlich 46,3 %, bei den Mehrfachverletzten 67,5 %. Zur Feststellung der ersten Dauerrente betrug die durchschnittliche MdE bei chirurgischen Unfallverletzungen 40,2 %, bei Mehrfachverletzten 62,5 %

b) Berufliche Wiedereingliederung:

Die privatversicherten Patienten und der Patient der gesetzlichen Krankenkasse konnten ihre alte Tätigkeit wieder aufnehmen. 2 Patienten erhielten Erwerbsunfähigkeitsrente, 8 Patienten wurden auf Kosten der Berufsgenossenschaft umgeschult. 38 Patienten konnten den alten Arbeitsplatz wieder einnehmen, und 2 Verletzten wurde eine neue sitzende Tätigkeit zugewiesen.

III. Zusammenfassung

Einleitend wurden im allgemeinen Teil die Geschichte der Knochenbruchbehandlung, die normale und gestörte Knochenbruchheilung, die Entstehung und Behandlung der Pseudarthrosen, die Knochenspanverpflanzung und die Ergebnisse der Knochenspanverpflanzung im Schrifttum abgehandelt.

Im speziellen Teil werden die Behandlungsergebnisse des Behandlungszeitraumes I von 1953 bis 1963 angegeben. Es wurde dabei Ausheilung in 57,4 %, Besserung in 33,9 %, ausbleibende Heilung in 10,4 % festgestellt. Im nächsten Abschnitt werden abgehandelt die Behandlungsergebnisse des Zeitraumes II von 1964 bis 1970. Dieser zweite Behandlungsabschnitt ist gekennzeichnet durch die Einführung der Prinzipien der AO und der Nichtbenutzung von Cortikalis- und Fremdspänen. In 65,7 % wurde vollständige Ausheilung erzielt, in 33,9 % Besserung, während in 4,24 % die Pseudarthrose nicht ausgeheilt werden konnte. Während die durchschnittliche stationäre Behandlung im Behandlungszeitraum I 32,1 Wochen betrug, verringerte sich die Behandlungsdauer im Beobachtungszeitraum II auf 23,5 Wochen.

Auch eine niedrigere Einschätzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit ist im Behandlungszeitraum II zu beobachten.

MdE	Behandlungszeitraum I		Behandlungszeitraum II
Entlassung	Chirurgisch	53,8 %	46,3 %
	Mehrfachverl.	72,0 %	67,5 %
Dauer	Chirurgisch	42,2 %	40,2 %
	Mehrfachverl.	60,0 %	62,5 %

Durch eine höhere Ausheilungsquote, eine kürzere stationäre Behandlungsdauer und schließlich eine niedrigere Minderung der Erwerbsfähigkeit konnten bewiesen werden, daß die Verwendung von Fremd- und Cortikalisspänen bei der Pseudarthrosenbehandlung überflüssig geworden ist.

V. Literaturverzeichnis

ALLGÖWER, M., PERREN, S.H., HUGGLER, A., RUSSENBERGER, M., STRAUMANN, F., u. M.E. MÜLLER: Die dynamische Kompressionsplatte - DCP -

ALLGÖWER, M., EHRSAM, R., GANZ, R., MATTER, P., u. S.M. PERREN: Klinische Erfahrungen mit der neuen Kompressionsplatte - DCP Acta Orthop. Scand. 125, (1969)

ANDERSEN, L.D.: Compression plate fixation and the effekt of different on fracture healing J. Bone Jt Surg. 47-A, 191 (1965)

ARENS, W.: Erfahrungen und Folgerungen aus 500 Knochenverpflanzungen Langenbecks Arch.klin.Chir. 308, 1025 (1964)

Ders.: Die operative Behandlung der Falschgelenkbildung der langen Röhrenknochen bei gleichzeitig bestehender fistelnder chronisch eitriger Osteomyelitis Symposion 6. und 7. Nov. 1969 in Bochum Verhandlungsbericht, Schattauer, Stuttgart 1970

AXHAUSEN, G.: Histologische Untersuchungen über Knochentransplantate am Menschen
Dtsch.Z. Chir. 91, 388 (1907)

Ders.: Zur Frage der freien Osteoplastik
Zbl. Chir. 2, 133 (1909)

Ders.: Ist die"klassische Osteoblastenlehre" bei der freien Knochentransplantation unhaltbar geworden ?
Chirurg 22, 163 (1951)

BASSETT, C.A.L., CREIGHTON, D.K., u. F.E. STINCHFIELD: Contributions of endosteum, cortex, and soft tissues to osteogenesis
Surg. Gynec. Obstet. 112, 145 (1961)

BETZEL, F.: Die Transplantation von Knochen. Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren
Dtsch.med.Wschr. 81, 2016 (1956)

BLANKE, K.: Die Spanplastik nach Phemister
Hefte Unfallheilk. 53, (1956)

BLOCK, W.: Die normale und gestörte Knochenbruchheilung
Enke, Stuttgart 1940

BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung
Bd. II/2, 12.u.13.Aufl.Maudrich,Wien 1957

Ders.: Technik der Knochenbruchbehandlung
Ergänzungsband, 12.u.13.Aufl. Maudrich, Wien 1963

Ders.: Unzweckmäßige und gefährliche Methoden bei der Behandlung von Frakturen
Langenbecks Arch.klin.Chir. 295, 281 (1960)

BÖHLER, J.: Operative und konservative Frakturbehandlung. Indikation und Technik
Münchn.med.Wschr. 108, 524 (1966)

BRANDT, G.: Verzögerte Knochenbruchheilung und Pseudarthrosenbildung, ihre Ursachen und Behandlung
Thieme, Leipzig 1937

BRÜCKNER, H.: Die Behandlung von schweren Trümmerbrüchen durch autoplastische Fibulabolzung
Chirurg 33, 303 (1962

BÜRKLE DE LA CAMP, H.: Marknagelung in der Wiederherstellungschirurgie
Chirurg 17, 476 (1946)

Ders.: Wandlungen und Fortschritt in der Lehre von Knochenbrüchen
Langenbecks Arch.klin. Chir. 276, 163 (1953)

Ders.: Die Druckosteosynthese und ihre Beziehung zur Callusentwicklung
Medizinische 37, 1671 (1959)

Ders.: Knochentransplantation
Bulletin de la Societé-Internationale de Chirurgie Nr. 5-6 (1959)

Ders.: Betrachtungen über die Knochenverpflanzungen
Med. Welt 3, 139 (1960)

Ders.: Fehler und Gefahren bei der operativen Behandlung frischer Frakturen
Langenbecks Arch. klin.Chir. 298, 87 (1961)

BUSER, P.: Erfahrungen mit kältekonservierten Knochenspänen
Langenbecks Arch.klin.Chir. 290, 289 (1959)

CHARNLEY, J.: Übersetzt v. R. BIMLER
Die konservative Therapie der Extremitätenfrakturen
Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1968

CONTZEN, H.: Die Verpflanzung von auto-, homoio- und heteroplastischem Knochengewebe
Vortrag am 2.11.1961 Chir. Univ.-Klinik Frankfurt vor d. Schweizer Sektion d. Int. Ges. f. Chir.

DÜRR, W.: Pseudarthrosenentstehung infolge unzureichender Osteosynthesen
Chirurg 39, 192 (1968)

Ders.: Pseudarthrosen nach Osteosynthesen
Hefte Unfallheilk. 94, 69 (1968)

ECKE, H.: Die Transplantation der Epiphysenfuge
Vorträge aus der praktischen Chirurgie
H. 77, Enke, Stuttgart 1967

ECKE, H., ROMPEL, K., u. L. GRABOW: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der Qualität von Knochenspänen verschiedener biologischer Herkunft für Transplantationszwecke
Langenbecks Arch.klin.Chir. 307, 169 (1964)

ESSER, L.: Ergebnisse bei der Spanplastik nach PHEMISTER
Zbl. Chir. 92, 2225 (1967)

FEISCHL, P., u. H. TSCHERNE: Histologische Untersuchungen zur primären Ossifikation beim Menschen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 319, (1967)

FISCHER, S.: Distraktor und Innensäge wertvolle Hilfsmittel bei der Marknagelung der Pseudarthrosen
Hefte Unfallheilk. 94, 71 (1968)

Ders.: Bisherige Ergebnisse der Anwendung der Knocheninnensäge
Chirurg 40, 224 (1969)

GEISSER, M.: Beiträge zur Biologie der Knochenbruchheilung
Enke, Stuttgart 1963

GELBKE, H.: Wiederherstellende und plastische Chirurgie
Bd. I, Thieme, Stuttgart 1963

GENEWEIN, R., RUEFF, F.L., u. K.U. MOHR: Ursachen und Therapie der Pseudarthrosen
Münchn.med.Wschr. 110, 845 (1968)

GLAUBER, A.: Beobachtungen bei der operativen Behandlung von Pseudarthrosen
Zbl. Chir. 87, 1115 (1962)

GROß, Ph.: Experimentelle Untersuchungen zur Frakturheilung
Langenbecks Arch.klin.Chir. 319, 458 (1967)

HAASCH, K.: Erfahrungen mit dem Kieler Span
Chirurg, 34, 21 (1963)

HACKETHAL, H.: Die Bündelnagelung
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964

HEINEMANN, G.: Probleme und Fortschritte der Pseudarthrosenbehandlung
Bruns Beitr. klin.Chir. 215, 75 (1967)

HIRSCHFELD, S.: Die biologischen Vorzüge der Spongiosaplastik nach Matti bei der Pseudarthrosenbehandlung
Zbl. Chir. 84, 57 (1959)

KERN, E., u. S. WELLER: Zur Frühbehandlung nach Knochenbrüchen und Osteosynthesen
Münchn.med.Wschr. 108, 528 (1966)

KÖNIG, F., u. W. WIRTH: Knochenbruchbehandlung in deutschsprachigen Ländern
Arch. orthop. Chir. 37, 174 (1937)

KÖNIG, F.: Operative Chirurgie der Knochenbrüche
Bd. I Operation am frischen und verschleppten Knochenbruch
Springer, Berlin 1931

KROMPECHER: Die Knochenbildung
Fischer, Jena 1937

KÜNTSCHER, G.: Das Aufweiten der Markhöhle bei der Behandlung der Pseudarthrose und der frischen Fraktur
Chirurg 25, 209 (1954)

Ders.: Die stabile Osteosynthese
Dtsch. Zschr. Chir. 270, 440 (1951)

Ders.: Die biologischen Gesetze der Knochenheilung
Chirurg 32, 319 (1961)

Ders.: Primäre Knochenheilung
Langenbecks Arch.klin.Chir. 308, 453 (1964)

Ders.: Die Behandlung der Pseudarthrose mittels geschlossener Marknagelung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 325, 959 (1969)

LANGE, M.: Orthopädisch-chirurgische Operationslehre
Bergmann, München 1962

Ders.: Gefahren und Fehler der Osteosynthese
Verh. Dtsch. Orthop. Ges.
Enke, Stuttgart 1959

v. LANZ, T., u. W. WACHSMUTH: Praktische Anatomie
Bd. I/4
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959

LEITZ, G.: Möglichkeiten der operativen Korrektur von Pseudarthrosen und Fehlstellungen
Arch. orthop. u. Unfall-Chir. 63, 196 (1968)

LEXER, E.: Über die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen und nach Knochentransplantationen
Langenbecks Arch.klin.Chir. 119, 520 (1922)

LOB, A.: Handbuch der Unfallbegutachtung Bd. I, hg. v. A. LOB, Enke, Stuttgart 1961

MAATZ, R.: Indikationsstellung zur Marknagelung
Hefte Unfallheilk. 40, 46 (1951)

Ders.: Spongiosa test of bone grafts for transplantation
J. Bone Jt Surg. 36-A, 721 (1954)

Ders.: Der Tierspan in der Knochenbank
Dtsch. med. J. 8, 4 (1957)

Ders.: Leistungen und Grenzen des Kieler Spanes
Mitt. Melsungen 97, 2 (1964)

Ders.: Das Wesen des Kieler Spanes
Langenbecks Arch.klin.Chir. 308, 1028 (1964)

MAATZ, R., u. A. BAUERMEISTER: Wesen und Anwendung des Kieler Spanes
Mitt. Melsungen 97, (1964)

MATTI, H.: Über die Behandlung von Pseudarthrosen mit Spongiosatransplantation
Arch. orthop. Unfall-Chir. 31, 218 (1932)

Ders.: Über die freie Transplantation von Knochenspongiosa
Langenbecks Arch.klin.Chir. 168, 236 (1932)

MAURATH, J., u. H. CHRIST: Untersuchungen über die Stabilität der Osteosynthese von Schaftfrakturen mit dem Küntschernagel
Arch. orthop. Unfall-Chir. 55, 422 (1963)

MERLE d'AUBIGNE, R., u.
J. CAUCHOIX: Traitment des pseudarthroses diaphysaires
Soc. int. chir. orthop. et Traumat. 607 (1960)

MOHING, W.: Immobilisierungsschäden am Kniegelenk
Münchn.med.Wschr. 108, 530 (1966)

MOHR, W.: Ergebnisse der Behandlung von Pseudarthrosen langer Röhrenknochen mit dem Kieler Knochenspan
Inaugural-Dissertation, München 1967

MÜLLER, M.E.,
ALLGÖWER, M., u.
M. WILLENEGGER: Manual der Osteosynthese
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1969

MÜLLER, J.,
SCHENK, R., u.
M. WILLENEGGER: Experimentell-histologischer Beitrag zur Entstehung und Behandlung von Pseudarthrosen
Springer, Berlin 1968

MÜLLER, H.-J.: Möglichkeiten und Grenzen der stabilen Osteosynthese bei frischen und veralteten Knochenbrüchen
Unfallmed. Tagung des Landesverbandes Bayern der gewerbl. Bgen, 7./8. 10.1967 in Lindau

Ders.: Indikation zur Übungsbehandlung Frischverletzter und Frischoperierter unter besonderer Berücksichtigung der unteren Gliedmaßen
Unfallmed. Arbeitstag des Landesverbandes Bayern der gewerbl. BGen, 9./10.10.1965 in Garmisch-Partenkirchen

MÜLLER, M., EHRSAM, R., GANZ, R., MATTER, P., u. S.M. PERREN: Klinische Erfahrungen mit der neuen Kompressionsplatte - DCP - , IV Kortikale Knochenheilung
Acta Orthop. Scand. 125 (1969)

NABAVI, M.H.: Heutige Indikationen konservativer und operativer Frakturbehandlung
Med. Welt 1966: 1077

NEUBURGER, M.: Handbuch der Geschichte der Medizin
Fischer, Jena

PERREN, S.M., RISSENBERGER, M., STEINMANN, S., MÜLLER, M.E., u. M. ALLGÖWER: Die dynamische Kompressionsplatte
Acta orthop. Scand. 125, 45 (1969

PERREN, S.M., HUGGLER, A., RUSSENBERGER, M., ALLGÖWER, M., MATHYS, R., SCHENK, R., WILLENEGGER, M., u. M.E. MÜLLER: The reaction of cortical bone to compression
Acta orthop. Scand. 125, 19 (1969)

PIROVANO, A.: Zur chirurgischen Behandlung frischer Knochenbrüche durch homoplastische Markspaneinlagerungen aus konservierten Knochen
Zbl. Chir. 87, 730 (1962)

POPKIROW, St.: Die klinische Brauchbarkeit des knöchernen Autotransplantats
Zbl. Chir. 85, 683 (1960)

Ders.: Vergleiche und Werte des Knochentransplantates in klinischer Sicht
Zbl. Chir. 87, 405 (1962)

PROBST, J.: Indikationen zur intramedullären Osteotomie
Chirurgia Plastica Reconstr. 3, 174(1967)

Ders.: Welche operativen Behandlungsverfahren sind heute bei Pseudarthrosen erfolgversprechend ?
Unfallmed. Tagg. Landesverband Bayern d. gewerbl. BGen, 7./8.10.1967 in Lindau
Schriftenreihe Hauptverb. d.gewerbl.BGen e.V. Bonn H. 2

Ders.: Grundsätze der Pseudarthrosenbehandlung langer Röhrenknochen
Die Med. Welt 20(N.F.), 796 (1969)

REHN, J., u. D. UEBING: Die Behandlung von Frakturen langer Röhrenknochen mit dem Marknagel nach Küntscher
Arch.orthop.u. Unfall-Chir. 55,82 (1963)

REHN, J.: Indikation zur Verwendung von Auto- und Homoiotransplantaten am Knochen Langenbecks Arch.klin.Chir. 308, 1021 (1964)

ROUX, W.: Zit. n. KÜNTSCHER

RUSH, L.V., u. H. GELBKE: Atlas der intramedullären Frakturfixation nach RUSH (Dtsch.Übers. H. GELBKE) Barth, München 1957

SALEM, G.: Erfahrungen mit dem Kieler Span Zbl.Chir. 89, 495 (1964)

SAKELLARIDES, H., FREEMANN, P., u. B. GRANT: Delayed union and non-union of tibial-shaft fractures J. Bone Jt Surg. 46-A, 557 (1964)

SANDER, E.: Zur modernen Behandlung posttraumatischer Pseudarthrosen langer Röhrenknochen Zbl. Chir. 94, 1316 (1969)

SANDER, E., u. G. STAUDE: Ursachen und Behandlung der Pseudarthrosen langer Röhrenknochen Zbl. Chir. 93,680 (1968)

SCHALM, R.: Indikation zur operativen und konservativen Frakturbehandlung Dissertation, München 1970

SCHARIZER, E.: Die Entwicklung der modernen Chirurgie
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg

SCHENK, R., PERREN, S., HUGGLER, A., RUSSENBERGER, M., ALLGÖWER, M., WILLENEGGER, M., u. M.E. MÜLLER: The reaction of cortical bone to compression
Acta orthop. Scand. 125, 19 (1969)

SCHENK, R., MÜLLER, M.E., u. M. WILLENEGGER: Experimentell-histologischer Beitrag zur Entstehung und Behandlung von Pseudarthrosen
Hefte Unfallheilk. 94, 15 (1968)

SCHINDLER, A.: Die Behandlung der fistelnden infizierten Defektpseudarthrose mit Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik
Bruns Beitr. klin. Chir. 216, 223 (1968)

Ders.: Die Behandlung der Schaftpseudarthrose langer Röhrenknochen
chir.prax. 14, 101 (1970)

SCHLOSSER, V.: Beitrag zur Pathogenese und Therapie Pseudarthrosen langer Röhrenknochen
Hefte Unfallheilk. 94, 57 (1968)

SCHLOSSER, V., u. K. KÖRNER: Die Pseudarthrosen langer Röhrenknochen im Lichte moderner Behandlungsverfahren
Fortschr. Med. 85, 239 (1967)

SCHRAMM, W.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Transplantation autoplastischer Spongiosa
Hefte Unfallheilk. 104, (1970)

SCHWEIBERER, L., HOFMEIER, G., u. I. MÜLLER: Ist der macerierte, heterologe Knochenspan (Kieler Knochenspan) ein Calluslocker ?
Langenbecks Arch.klin.Chir. 319, 450 (1967)

SCHWEIBERER, L.: Experimentelle Untersuchungen von Knochentransplantaten mit unveränderter und mit denaturierter Knochengrundsubstanz
Hefte Unfallheilk. 103, (1970)

TENEFF, St.: Chirurgische Behandlung der diaphysären Pseudarthrosen mit einer eigenen Methode
Mschr. Unfallheilk. 60, 161 (1957)

THÖRMER, H.J., u. K.A. WEBER: Erfahrungen mit der Spongiosaplastik in der Behandlung der chronischen Osteomyelitis
Langenbecks Arch.klin.Chir. 290, 564 (1959)

WELLER, S.: Gedanken zur konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung
Mschr. Unfallheilk. 70, 233 (1967)

Ders.: Die Bedeutung der stabilen Osteosynthese bei der Behandlung von Pseudarthrosen Langenbecks Arch.klin.Chir. 325, 815 (1969)

WIESER, C., u. M. ALLGÖWER: Die Beurteilung der Knochenheilung nach stabiler Osteosynthese im Röntgenbild Schweiz. Ges. Radiol. 31, 297 (1962)

WITT, A.N.: Wandlungen in der Behandlung der Kallusverzögerung und Pseudarthrose Dtsch. Orthop. Ges. 50. Kongr. 1962

WITT, A.N., u. M. JÄGER: Besondere Indikationen und Grenzen für die Verwendung des Instrumentariums der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese bei orthopädisch-chirurgischen Eingriffen Arch. orthop. Unfall-Chir. 60, 49 (1966)

ZIMMERMANN, H.: Fehlerhafte Osteosynthesen Helv. chir. Acta 34, 44 (1967)

Herrn Professor Dr. med. A. L o b , ehem. Chefarzt des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Murnau, danke ich herzlich für die Anregung und Vergabe der Arbeit, seine freundliche Unterstützung sowie für die Übernahme des Referates.

Herrn Professor Dr. Dr. h.c. R. Z e n k e r , Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik München, danke ich ergebenst für die Übernahme des Korreferates.

Herrn Priv.-Dozent Dr. med. J. P r o b s t , Chefarzt des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Murnau, sage ich für seine Hilfe bei der Gestaltung dieser Arbeit und seine Beratung in wissenschaftlichen Fragen sowie für Durchsicht und Korrektur meinen besten Dank.

L e b e n s l a u f

Am 17.5.1939 wurde ich als Sohn des Bankkaufmanns Werner Merckens und seiner Ehefrau, der Zahnärztin Hildegard Merckens, geb. Schalm, in Dresden geboren.

An der Kreuzschule in Dresden bestand ich 1958 die Reifeprüfung. 1959 legte ich am Deutschen Gymnasium in Bamberg die Sonderprüfung ab. Im Sommersemester 1959 habe ich das Studium der Medizin an der Universität Frankfurt/Main aufgenommen. An der Universität Erlangen legte ich 1963 das Physikum ab. Klinisch studierte ich in Erlangen und München und bestand am 23.2.1967 die ärztliche Prüfung.

Als Medizinalassistent war ich am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau, am Kreiskrankenhaus Füssen und am Kreiskrankenhaus Altötting tätig.

Seit der Approbation 1969 arbeite ich als Assistenzarzt am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau, unterbrochen von einem Assistenten-Jahr (1971) an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen.